



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI *BARGE*
BATUBARA MENJADI KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP
UNTUK PERAIRAN SUMBAWA**

**I Made Candra Astanugraha
NRP 4113100042**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



TUGAS AKHIR - MN 141581

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI *BARGE*
BATUBARA MENJADI KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP
UNTUK PERAIRAN SUMBAWA**

**I Made Candra Astanugraha
NRP 4113100042**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

**TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF COAL
BARGE CONVERSION INTO LIVE FISH CARRIER SHIP
FOR SUMBAWA'S WATER**

**I Made Candra Astanugraha
NRP 4113100042**

**Supervisor
Hasanudin, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI *BARGE* BATUBARA MENJADI KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP UNTUK PERAIRAN SUMBAWA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

I MADE CANDRA ASTANUGRAHA
NRP 4113100042

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



Hasanudin, S.T., M.T
NIP 19800623 200604 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR REVISI

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI *BARGE* BATUBARA MENJADI KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP UNTUK PERAIRAN SUMBAWA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 07 Juli 2017

Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

I MADE CANDRA ASTANUGRAHA
NRP 4113100042

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Wing Hendroprasetyo Akbar Putra, S.T., M.Eng.

2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

3. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin, S.T., M.T.

SURABAYA, 20 JULI 2017

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , karena berkat Rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi *Barge* Barubara Menjadi Kapal Pengangkut Ikan Hidup untuk Perairan Sumbawa**” dengan baik. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Keluarga Penulis, khususnya Bapak, Ibu, Kakak yang selalu memberikan do’a dan dukungan serta motivasi bagi Penulis;
2. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan ilmu, serta senantiasa memberikan arahan dan masukan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan ITS dan selaku Dosen Wali selama menjalani masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan ITS;
4. Bapak Aries Sulisetyono, S.T., MA.Sc, Ph.D. selaku Dosen wali;
5. Ardi Nugroho, S.T., M.T. selaku Dosen yang telah memberi masukan;
6. Saudara-saudari P-53 (SUBMARINE), teman seperjuangan;
7. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian Laporan Tugas Akhir ini Penulis susun, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

I Made Candra Astanugraha

ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS KONVERSI *BARGE* BATUBARA MENJADI KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP UNTUK PERAIRAN SUMBAWA

Nama Mahasiswa : I Made Candra Astanugraha
NRP : 4113100042
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanuddin, S.T., M.T

ABSTRAK

Menurunya harga dan tingkat ekspor terhadap tambang pada komoditi batubara, yang disebabkan oleh krisis ekonomi yang melanda Eropa dan pengalihan sumber energi ke sumber energi substitusi semacam energi matahari menyebabkan industri pengiriman yang selama ini banyak memanfaatkan barge juga mengalami penurunan. Tercatat 60% *barge* yang tidak beroperasi akibat menurunya industri batubara, yang tentunya sangat tidak sehat untuk industri dibidang perkapalan, mengingat biaya pembangunan untuk satu barge dapat mencapai milliaran rupiah. Melihat kondisi ini tentunya diperlukan langkah yang mampu mengembalikan keadaan yang dimana sebelumnya banyak *barge* yang tidak beroperasi kembali dapat beroperasi. Salah satu cara yang tepat ialah dengan mengubah fungsi barge itu, yang awalnya mengangkut batubara menjadi pengangkut ikan hidup, hal ini tepat mengingat pemerintah sedang gencarnya meningkatkan dan meratakan produksi ikan di Indonesia, dan melalui Peraturan Pemerintah Kementrian Kelautan dan Perikanan No. 15 Tahun 2016, diperlukan penambahan armada untuk pengangkut ikan hidup, tentunya hal ini dapat mengembalikan pemanfaatan barge di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini ialah memperoleh desain konversi barge menjadi *self-propelled barge* pengangkut ikan hidup yang dapat memenuhi *owner requirement* sesuai produksi ikan diperairan Sumbawa, desain yang dapat memenuhi kriteria teknis dan penghitungan biaya ekonomis yang dilakukan dengan menghitung kelayakan investasi kapal, dimana untuk biaya awal investasi kapal ini sebesar Rp15,936,542,123, dan periode kembalinya diperoleh dalam waktu 5 tahun.

Kata kunci: *Self Proppeled Barge, Ikan, Ikan hidup, Analisi Teknis dan Ekonomis*

TECHNICAL AND ECONOMICAL ANALYSIS OF COAL BARGE CONVERSION INTO LIVE FISH CARRIER SHIP FOR SUMBAWA'S WATER

Author : I Made Candra Astanugraha
ID No. : 4113100042
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisors : Hasanudin, S.T., M.T

ABSTRACT

The decline in the price and level of exports of coal on coal commodities Which is caused by economic crisis that hit Europe and the replacement of energy sources to a substitution energy source such as solar energy, causing the shipping industry which is use barge also decreased. Accounts for about 60% barge unemployed due to the decline coal industry, which is very unhealthy for the shipbuilding industry, considering the production cost for a barge can reach billions of rupiah. Seeing this condition is certainly necessary steps able to restore the previous situation whereby many unemployed barge, returning to operation. One of the proper way is to change the function of the barge, which originally related to coal to be a live fish transporter, this is right step considering the government is incessant to increase and leveling fish production in Indonesia, and through the Government Regulation of the Ministry of Marine Affairs and Fisheries no. 15 Year 2016, where in essence mentioned is required the addition of a fleet for the carrier of live fish, certainly this can restore the operating level of barge in Indonesia. The purpose of this research is to obtain barge conversion design to be self-propelled barge of live fish transporter that can fulfill the owner requirement according to fish production in Sumbawa waters, design that can fulfill technical criteria and economical cost calculation done by calculating the investment worthiness of ship, ship's investment amounted to Rp15,936,542,123, and the return period was obtained within 5 years.

Keywords: Self Proppeled Barge, Fish, Live Fish, Technical and Economical analysis etc.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Tujuan.....	2
I.4. Batasan Masalah	2
I.5. Manfaat.....	2
I.6. Hipotesis	2
Bab II STUDI LITERATUR	3
II.1. Dasar Teori	3
II.1.1. Barge dan Self Propelled Barge sebagai Alat Angkut	3
II.1.2. Kapal Pengangkut Ikan Hidup	4
II.1.3. Tahapan dalam Konversi Kapal	4
II.1.4. Sistem Propulsi pada Kapal	5
II.1.5. Stabilitas Barge	7
II.2. Tinjauan Pustaka	8
II.2.1. Alat Tambat pada Barge	9
II.2.2. Metode Desain Kapal.....	10
II.2.3. Tinjauan Teknis Perancangan Kapal.....	11
II.3. Tinjauan Wilayah	15
II.3.1. Sekilas Tentang perairan Sumbawa (Selat Alas).....	15
II.3.2. Provinsi Bali Sebagai Tujuan Pengiriman Ikan	15
Bab III METODOLOGI	19
III.1. Diagram Alir Pengerjaan	19
III.1.1. Tahapan Identifikasi Masalah	21
III.1.2. Tahapan Studi Literatur	21
III.1.3. Tahapan Pengumpulan Data	21
III.1.4. Tahapan Pengolahan Data.....	22
III.1.5. Tahapan Perencanaan.....	22
III.1.6. Kesimpulan dan Saran	23
III.2. Metode Perhitungan Teknis Pengolahan Data.....	23
III.2.1. Penentuan Payload	23
III.2.2. Penentuan Ukuran Utama	23
III.2.3. Perhitungan Koefisien.....	23

III.2.4. Perhitungan Hambatan dan Penentuan Kapasitas Mesin Utama	24
III.2.5. Perhitungan LWT dan DWT	28
III.2.5.1. Perhitungan LWT	28
III.2.5.2. Perhitungan DWT	28
III.2.6. Perencanaan Ruang Muat	29
III.2.7. Perhitungan Titik Berat	30
III.2.8. Perhitungan Freeboard	30
III.2.9. Perhitungan Stabilitas	31
III.2.10. Perhitungan Trim	31
Bab IV Analisis teknis dan ekonomis	33
IV.1. Penentuan Jumlah Payload	33
IV.2. Data Awal Barge Sebelum Modifikasi	34
IV.3. Layout Awal Setelah Konversi	35
IV.4. Perhitungan Teknis	36
IV.4.1. Perhitungan Hambatan	36
IV.4.2. Perhitungan LWT & DWT	39
IV.4.3. Perencanaan Ruang Muat	41
IV.4.4. Perhitungan Titik Berat	45
IV.4.5. Perhitungan Freeboard	46
IV.4.6. Perhitungan Stabilitas	49
IV.4.7. Perhitungan Trim	53
IV.5. Pembuatan Rencana Umum	54
IV.6. Permodelan 3D	61
IV.7. Perhitungan Ekonomis	62
IV.7.1. Biaya Pembangunan	63
IV.7.2. Biaya Operasi	68
IV.7.3. Biaya Perjalanan Kapal	70
IV.7.4. Cargo Handling Cost	71
IV.7.5. Cash Flow	72
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN	75
V.1. Kesimpulan	75
V.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Contoh Barge	3
Gambar II.2. L-drive propeller	6
Gambar II.3. Z-drive propeller	7
Gambar II.4. Azipod System	7
Gambar II.5. Selat Alas	15
Gambar III.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	20
Gambar IV.1. Lines Plan Kim Heng Barge	35
Gambar IV.2. Layout awal dari SPB	35
Gambar IV.3. Spesifikasi Mesin	39
Gambar IV.4. Proses Penataan Posisi Tangki	50
Gambar IV.5. Data Massa Jenis	50
Gambar IV.6. Contoh Lembar Hasil yang Diperoleh pada Salah Satu Loadcase	52
Gambar IV.7. Gambar ranjang susun	56
Gambar IV.8. Gambar single bed	57
Gambar IV.9. Desain free fall lifeboat	59
Gambar IV.10 Rencana Umum Self Propelled Barge Kim Heng	61
Gambar IV.11. Hasil Permodelan 3D Kapal pengangkut Ikan Hidup	62
Gambar IV.12 Harga Pelat Baja Pertan	63

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Produksi Perikanan Tangkap Menurut Provinsi Tahun 2000-2014.....	16
Tabel II.2. Produksi Perikanan Budidaya Menurut Provinsi Tahun 2000-2014	16
Tabel II.3. Tabel Konsumsi Ikan Tiap Provinsi	17
Tabel III.1 Koefisien bow shape.....	25
Tabel III.2. Shape coefficient of hull surface facing the wind	26
Tabel III.3. Shape coefficient of hull surface facing the wind	26
Tabel III.4. Wind coefficient	27
Tabel III.5. Tabel freeboard.....	30
Tabel IV.1. Produksi Ikan dan Potensi Lestari Ikan.....	33
Tabel IV.2. Tabel ukuran utama kapal	36
Tabel IV.3. Rekap perhitungan hambatan kapal	38
Tabel IV.4. Spesifikasi Mesin	38
Tabel IV.5. Tabel Hasil Perhitungan Berat	40
Tabel IV.6. Tabel Perencanaan Ruang Muat.....	44
Tabel IV.7. Tabel Rekapitulasi Perhitungan Titik Berat	45
Tabel IV.8 pengurangan freeboard menurut KM no. 3 tahun 2005	48
Tabel IV.9. Tabel Rekapitulasi Perhitungan Freeboard	48
Tabel IV.10. Rekapitulasi Pengecekan Stabilitas	52
Tabel IV.11. Rekapitulasi Perhitungan Trim.....	54
Tabel IV.12. Crew List	55
Tabel IV.13. Rekapitulasi Biaya Pembelian Barge dan Baja Barge	64
Tabel IV.14 Rekapitulasi Biaya Pembelian Perlengkapan dan Peralatan	64
Tabel IV.15 Biaya Pembelian Tenaga Penggerak	66
Tabel IV.16 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal	67
Tabel IV.17. Nilai Koreksi Keadaan Ekonomi.....	67
Tabel IV.18 Rincian Pengeluaran untuk Biaya Operasi.....	68
Tabel IV.19 Daftar Gaji Crew	69
Tabel IV.20. Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal.....	69
Tabel IV.21 Detail Biaya Perjalanan Kapal	70
Tabel IV.22. Rekapitulasi Biaya Bongkar Muat	72
Tabel IV.23. Penghitungan Tarif Angkut Ikan.....	73

DAFTAR SIMBOL

F_r	= <i>Froude Number</i>
V_s	= kecepatan kapal (m/s)
g	= percepatan gravitasi (m/s ²)
L_{wl}	= <i>length of waterline</i> (m)
C_b	= <i>Block Coefficient</i>
C_m	= <i>Midship Section Coefficient</i>
C_{wp}	= <i>Waterplan Coefficient</i>
LCB	= <i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>
∇	= <i>Volume Displacement</i> (m ³)
B	= Lebar Kapal (m)
T	= Sarat Kapal (m)
R_{tot}	= <i>Total resistance</i> (ton)
R_f	= <i>Friction resistance</i> (ton)
R_w	= <i>Water resistance</i> (ton)
R_a	= <i>Air resistance</i> (ton)
F_1	= <i>Hull surface coefficient</i> , 0.8
F_2	= <i>Bow shape coefficient</i>
A_1	= <i>Surface area below the waterline</i> (m ²)
A_2	= <i>Hull cross section area</i> (m ²)
A_3	= <i>Total cross sectional area exposed to wind</i> (m ²)
C	= <i>Resistance coefficient</i> , 1.2
C_s	= <i>Shape coefficient of hull surface facing the wind</i>
C_H	= <i>Coefficient of height from waterline</i>
V	= <i>Velocity</i> (knots)
V_w	= <i>Wind velocity</i> (knots)
DHP	= <i>Delivery Horse Power</i>
EHP	= <i>Effective Horse Power</i>
μ_d	= Efisiensi Propulsif
μ_h	= Efisiensi lambung
μ_o	= <i>Open water test</i>
t	= <i>Thrust deduction</i>
w	= <i>Wake fraction</i>
li	= 0.010 for each gear reduction

- li* = 0.005 for the trust bearing
- li* = 0.010 for a reversing gear path

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Barge merupakan perahu agak besar (untuk mengangkut barang dan sebagainya) (KBBI, 2015). *barge* adalah suatu jenis kapal dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda (*tugboat*). *Barge* sendiri tidak memiliki sistem pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya. Pada umumnya, *barge* digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batu-bara, pasir, dan lain-lain (Akbar, 2016).

Belakangan ini seiring dengan penurunan harga dari batubara dan penurunan permintaan ekspor dari luar menyebabkan banyak *barge* yang tidak beroperasi secara optimal, tercatat kurang lebih 60% *barge* yang sudah tidak beroperasi, kejadian ini membuat banyak *barge-barge* yang berakhir pada mesin scrap, hal ini tentunya sangat disayangkan karena merugikan secara finansial mengingat biaya produksi untuk satu *barge* bisa mencapai angka Rp. 24 Milyar (neraca.co.id, 2016).

Sehubungan dengan hal tersebut disisi lain pemerintah sedang gencarnya meningkatkan produksi ikan nasional melalui berbagai cara guna meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat pesisir, beberapa langkah pemerintah antara lain membangun 3.450 kapal nelayan baru yang sedang dilaksanakan, serta yang terbaru ialah terbitnya peraturan pemerintah no 15 tahun 2016 mengenai kapal pengangkut ikan hidup, tujuan dari terbitnya peraturan pemerintah ini ialah untuk memenuhi kebutuhan armada dari kapal pengangkut ikan hidup di Indonesia, yang sebelumnya dianggap kurang memenuhi kebutuhan akan armada kapal pengangkut ikan hidup, dimana jumlah sebelumnya dianggap belum mampu mengakomodasi jumlah ikan hidup, sehingga banyak dari hasil tangkapan yang tidak terakomodir (Permenkp 15 PERMENKP,2016).

Oleh karena hal tersebut penulis beranggapan perlu diadakan konversi kapal dari *barge* menjadi kapal pengangkut ikan hidup, sehingga kapal-kapal yang tidak beroperasi dengan maksimal tidak memberi dampak kerugian secara finansial dan juga secara tidak langsung meningkatkan produksi ikan nasional sesuai dengan rencana strategis pemerintah.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konversi terhadap kriteria stabilitas dan *freeboard barge*?
2. Berapakah biaya konversi *barge* menjadi kapal pengangkut ikan hidup?
3. Bagaimana desain 3D kapal pengangkut ikan hidup?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi *Owner Requirment* berdasarkan data tangkapan ikan di perairan Sumbawa.
2. Memperoleh desain konversi *barge* menjadi kapal pengangkut ikan hidup yang memenuhi kriteria teknis.
3. Menghitung biaya ekonomis yang meliputi biaya pembangunan dan operasi kapal.

I.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

1. Analisis teknis dan ekonomis dilakukan pada ruang muat yang dikonversi fungsinya menjadi pengangkut ikan hidup.
2. Analisis teknis yang dilakukan tidak mencakup detail konstruksi dan detail produksi.

I.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pemilik kapal sebagai referensi mengenai aspek teknis dan ekonomis konversi kapal penumpang menjadi kapal pengangkut ikan hidup.
2. Bagi pemilik kapal sebagai rujukan dalam pemanfaatan kapal yang kurang optimal dalam operasional agar lebih menghasilkan secara finansial.
3. Bagi pemerintah membantu rencana peningkatan armada kapal pengangkut ikan hidup untuk memenuhi kebutuhan produksi ikan nasional.
4. Bagi mahasiswa sebagai model perencanaan konversi yang dapat dipeleajari kemudian dapat dikembangkan lagi.

I.6. Hipotesis

Hasil penelitian akan menghasilkan desain ruang muat yang berfungsi sebagai pengangkut ikan hidup, yang memenuhi standar yang disyaratkan secara teknis.

BAB II STUDI LITERATUR

II.1. Dasar Teori

Pada ini berisikan tentang dasar teori dan tinjauan pustaka dari topik utama dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Dasar teori berisi uraian singkat tentang landasan teori yang mempunyai keterkaitan langsung dan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam Tugas Akhir ini.

II.1.1. Barge dan Self Propelled Barge sebagai Alat Angkut

Barge adalah kapal dengan lambung datar, baik memiliki sistem penggerak ataupun tidak, yang digunakan untuk mengangkut muatan di kanal ataupun sungai. Contoh muatan yang biasa diangkut oleh *barge* adalah pasir ataupun batubara, tergantung kebutuhan. *Barge* adalah salah satu *variant* dari kapal kontainer yang sudah diisi muatan sebelumnya (Tupper, 2001).



Gambar II.1. Contoh *Barge*
(sumber: varia.co.id)

Self Propelled Barge (SPB) dapat diartikan sebagai kapal yang berbentuk menyerupai *barge*, namun menggunakan sistem pendorong sendiri (tanpa dibantu oleh *tug boat*). Apabila dibandingkan dengan biaya pembangunan kapal pada umumnya terlbebih kapal *bulk carrier*, SPB mempunyai biaya pembangunan yang lebih rendah 1/3 kali dari kapal *bulk carrier* (Karana, 2016).

II.1.2. Kapal Pengangkut Ikan Hidup

Merupakan salah satu jenis dari kapal pengangkut ikan dimana perbedaannya terletak pada kondisi ikan yang diangkut, dimana kapal pengangkut ikan hidup difungsikan secara khusus untuk mengangkut ikan hidup baik itu hasil pembudidayaan ikan maupun dari hasil penangkapan ikan, selain jenis muatannya kondisi palkah kapal pengangkut ikan hidup dirancang secara khusus sehingga memiliki sirkulasi air dan udara, hal ini dikarenakan pada proses transportasi ikan hidup ini diharapkan kualitas dari ikan yang diangkut selama proses perpindahan dan pasca proses perpindahan tetap terjaga (Novita, 2011).

Dalam jenisnya kapal pengangkut ikan hidup dibagi menjadi dua yaitu sistem terbuka dan juga sistem tertutup. Kapal pengangkut ikan hidup sistem terbuka ialah mengangkut ikan hidup dengan media terbuka sehingga memungkinkan terjadinya interaksi dari udara luar dengan permukaan air di dalam media transportasi. Umumnya sistem terbuka ini digunakan pada pelayaran dengan jarak yang jauh dengan kisaran waktu tempuh lebih dari 12 jam. Sedangkan sistem tertutup adalah dengan mengangkut ikan hidup dalam media yang kedap udara dengan terlebih dahulu memasukan sejumlah air laut dan oksigen kedalam media penyimpanan, media penyimpanan yang biasanya digunakan ialah plastic, sistem tertutup biasanya digunakan untuk mengangkut ikan yang masih dalam bentuk benih, namun tak jarang juga mengangkut ikan konsumsi namun dengan jumlah 1-2 ekor ikan dalam satu plastic, sistem tertutup biasanya digunakan pada pelayaran yang jaraknya dan waktu tepuhnya relatif pendek yaitu kurang dari 12 jam, namun bila waktu tempuh melebihi 12 jam akan dilakukan repacking (proses pergantian air laut dan penambahan konsentrasi oksigen) setiap 8 jam sekali (Novita, 2011).

II.1.3. Tahapan dalam Konversi Kapal

Dalam mengerjakan konversi, data yang dibutuhkan meliputi *Principal Dimension*, *Lines Plan*, *General Arrangement*, *Construction Profile*. Setelah didapatkan data-data diatas kemudian dilakukan redrawing untuk menggambar ulang *Lines Plan*, *General Arrangement*, *Construction Profile* dengan menggunakan *software* Autocad. *Redrawing* dilakukan untuk mengubah file gambar JPEG menjadi File CAD. Data tambahan yang dibutuhkan selain data-data sebelumnya, adalah *General Arrangement* dari kapal pengangkut ikan hidup. Selanjutnya dilakukan dengan menggabungkan data *General Arrangement barge* dan kapal pengangkut ikan hidup. Sebelum *redrawing* dilakukan *payload* harus ditentukan, dalam kasus ini *payload* berupa luasan deck (m²).

Setelah dilakukan *redrawing* selanjutnya dilakukan pemodelan lambung kapal dengan menggunakan Maxsurf. Pemodelan dilakukan sebagai langkah awal untuk mendapatkan model yang mendekati dengan keadaan yang sebenarnya. Model yang telah dibuat kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian model kapal dengan data yang diperoleh. Adapun pengecekan ini meliputi pengecekan *displacement* kapal, pengecekan *coefisien block*, pengecekan panjang, lebar, dan tinggi kapal serta pengecekan panjang LWL kapal. Apabila ukuran model tersebut tidak sesuai dan berbeda terlalu jauh dari ukuran data kapal yang sebenarnya maka akan dilakukan perbaikan pada model di Maxsurf. Toleransi selisih antara model kapal dan data yang sebenarnya adalah kurang dari 5% .

Peraturan yang dipakai adalah BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), peraturan internasional yang mengatur keselamatan jiwa di laut (SOLAS) dan Peraturan Garis Muat Indonesia untuk lambung timbul minimum. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan pemenuhan kriteria stabilitas dan trim pada kapal. Pemeriksaan bisa dilakukan dengan menggunakan bantuan *software hydromax* dengan pemenuhan kriteria stabilitas dan trim sesuai dengan IMO.

Tahap terakhir dari konversi yaitu perhitungan biaya konversi dimana desain telah memenuhi semua kriteria teknis. Maka dapat dihitung berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk mengkonversi sebuah *Deck Cargo Barge* menjadi kapal pengangkut ikan hidup .Harga yang ada mengacu pada standar repair di sebuah perusahaan galangan kapal.

II.1.4. Sistem Propulsi pada Kapal

Self Propelled Barge (SPB) adalah jenis kapal yang memiliki bentung rancangan yang khusus. Pada umumnya SPB memiliki C_b berkisar antara 0.8 – 1, selain itu dikarenakan sarat yang dimiliki tergolong kecil dibandingkan dengan kapal yang lainnya, menjadikan SPB memerlukan sistem propulsi yang khusus juga. Jenis sistem propulsi *azimuth* merupakan sistem yang jamak digunakan, hal ini dikarenakan sistem propulsi ini memiliki kemampuan membelokan arah sehingga antara mesin dan *propeller* tidak mesti dalam satu garis, karena arah *propeller* dapat dibelokkan tanpa membuat mesin dan poros harus segaris, sistem ini tidak memerlukan *rudder*. Pada pengaplikasiannya sistem propulsi *azimuth* harus berkonfigurasi dalam bentuk *twin propulsion*, bentuk *barge* yang hampir menyerupai kotak membuat aliran fluida tidak sepenuhnya menyatu pada bagian tengah buritan, sehingga penempatan pada sisi samping diasumsikan yang efektif. Sistem propulsi *azimuth* dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

➤ *L-Drive System*

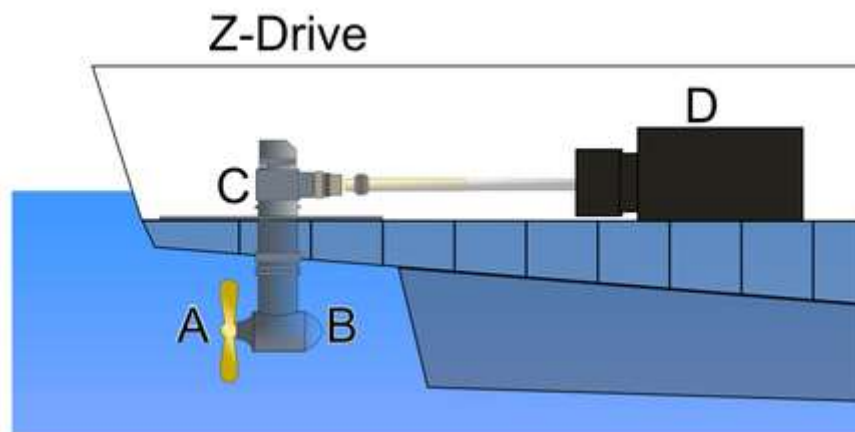
Sistem propulsi *L-drive* merupakan salah satu jenis sistem propulsi *azimuth* dimana motor penggerak diletakan secara vertical. *Azimuth thruster pods* dapat diputar penuh 360 derajat, hal ini memungkinkan perubahan arah *thrust* secara cepat sehingga tidak memerlukan kemudi yang konvensional. Pemberian nama *L-drive* disesuaikan dengan bentuknya karena dianggap menyerupai huruf L.



Gambar II.2. *L-drive propeller*
(sumber: nauticexpo.com)

➤ *Z-Drive System*

Diberi nama *Z-drive system* karena konfigurasiya menyerupai huruf “z”, pada dasarnya pola kerjanya sama dengan *L-drive system*. Perbedaanya terletak pada motor penggeraknya yang diletakan secara horizontal, sama seperti penempatan motor pada kapal pada umumnya. Kelebihan dibandingkan dengan *L-drive system* ialah sistem ini mampu diaplikasikan pada kapal yang memiliki ketinggian ruang mesin yang rendah, sedangkan kekuranganya terletak pada kemungkinan *power loss* yang lebih besar dikarenakan pada konfigurasiya sistem ini memerlukan banyak *gear*.



Gambar II.3. Z-drive propeller
(Sumber : wikiwand.com)

➤ *Azipod System*

Azipod system adalah sistem propulsi kapal dimana *propeller* dan sistem *shafting* terletak pada sebuah pod yang menempel pada sebuah konstruksi lambung, dengan tujuan efisiensi dari tenaga yang dihasilkan lebih besar karena tidak terdapatnya poros dan *gearbox* yang panjang, namun sistem ini kurang cocok digunakan pada kapal yang memiliki *draft* yang rendah dan juga biaya installasi dan maintenance sistem ini tergolong mahal.



Gambar II.4. Azipod System
(Sumber : _en.wikipedia.org)

II.1.5. Stabilitas Barge

Kekuatan, stabilitas, dan mobilitas merupakan tiga syarat utama dari sebuah kapal (manning, 1968). Stabilitas erat kaitanya dengan keseimbangan statis yang berhubungan langsung dengan gaya statis yang terjadi pada kapal. Keseimbangan gaya statis yang terjadi disini tidak melibatkan percepatan ataupun perlambatan atau ketika benda dalam keadaan diam, suatu benda dikatakan memiliki keseimbangan yang stabil apabila benda pada keadaan diam diberi

gaya dari luar dan benda tersebut kembali keposisi awal setelah gaya dari luar tersebut dihilangkan, begitu juga pada kapal bila kapal tersebut mengalami kemiringan dari posisi tegaknya dan mampu kembali keposisi tegaknya, maka kapal tersebut dikatakan memiliki stabilitas yang baik. Sedangkan ketika kapal diberi atau mendapat gaya luar terus mengalami kemiringan dan tidak kembali keposisi tegaknya bahkan kemungkinan terbalik kapal tersebut dikatakan memiliki stabilitas yang tidak baik.

Pada kapal atau benda apung terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam pengukuran stabilitas dari kapal atau benda apung tersebut:

- K (*keel*) merupakan titik yang dasar dari benda apung.
- G (titik berat) merupakan titik imajiner dimana semua berat dari *barge* terpusat, dengan arah kebawah.
- B (titik apung) merupakan titik imajiner yang merupakan pusat volume displasmen, dengan arah gaya keatas.
- M (metasenter) merupakan garis vertical yang ditarik dari titik apung (B).
- GM (tinggi metasenter) merupakan jarak vertical antara titik berat (G) dengan titik metasenter.
- GZ (lengan pengembali) merupakan jarak horizontal diantara dua garis vertikal yang merupakan gaya apung dari gaya berat. Nilai dari GZ ini merupakan patokan tingkat kestabilan suatu *barge* pada tiap sudut *heel*. Yang dapat dirumuskan dengan $GZ = GM \times \sin \phi$.

Tinggi metasenter dari *barge* diusahakan nilainya diatas dari $GM_{\min} = 0.35$ meter, agar cukup stabil. (*Maritime Rule 40c appendix 1;2 (f)(V)*). Tinggi metasenter dapat dihitung dengan menggunakan rumus, $GM = KB + BM - KG$, jarak vertikal antara titik apung dan metasenter (BM) dapat diperoleh dari rumus, $BM = I/V$, dimana I merupakan momen inersia dari luasan garis air pada sarat dan V merupakan volume displasmen.

II.2. Tinjauan Pustaka

Berisi referensi dan/atau hasil penelitian terdahulu yang relevan yang digunakan untuk menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian atau desain lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian atau desain

II.2.1. Alat Tambat pada Barge

Alat tambat merupakan suatu sistem yang digunakan untuk berlabuh, beberapa kelengkapan yang harus terdapat di kapal diantaranya adalah:

➤ Jangkar sebagai Alat Tambat Kapal

Jangkar merupakan alat tambat pada kapal yang memiliki berat, ukuran dan bentuk khusus yang akan diturunkan pada saat kapal akan berlabuh, pada saat jangkar diturunkan gerakan kapal akan terbatas (maritimeworld.web.id, 2011).

➤ Rantai Jangkar sebagai Alat Tambat Kapal

Rantai jangkar merupakan alat yang menghubungkan antara jangkar dengan kapal itu sendiri, rantai jangkar sendiri tersusun atas beberapa segel atau *length*, segel ini disusun yang mana pada ujungnya disambung dengan jangkar dan pangkalnya terpasang pada *chail locker*. Untuk panjang setiap segel ditetapkan sebesar 27.5 meter (maritimeworld.web.id, 2011).

➤ Windlass sebagai Alat Tambat Kapal

Windlass merupakan alat yang digunakan untuk mengencangkan (*heave up*) dan mengarea (*slack away*) dari tali tambat kapal, Windlass memiliki nama lain *anchor winch*. Untuk mesin yang mirip dengan Windlass yang terdapat di pelabuhan (daratan) disebut *warping winch* dan *warping capstan*. Windlass dapat dioperasikan dengan energi uap, energi listrik, sistem hidrolik, atau gabungan ke dua energi tersebut (maritimeworld.web.id, 2011).

➤ Tali Temali sebagai Alat Tambat Kapal

Kabel pada kapal digunakan untuk :

- Menambatkan kapal dan mempertahankan posisi.
- *Towing*.
- *Cargo gear*.
- Memancing (*fishing*) dan *dredging*.

Kabel poin1 dan 2 biasanya terbuat dari tali (*rope*), sering disebut “*hawsers*”. Kabel poin3 dan 4 pada umumnya adalah kabel baja (*steel cables*). Pada umumnya tali pada kapal terbuat dari serat sintetik (*synthetic fibres*). Beberapa jenis tali (*rope*) pada kapal dilapisi mantel (*mantle*), tujuannya untuk menjaga inti kabel (Anam, 2015).

➤ *Hawse Pipe* dan *Anchor Pocket*

Hawse pipe adalah lubang yang dilalui rantai jangkar, letaknya di lambung depan kapal (*forecastle*). Berfungsi untuk melindungi lambung kapal dari gesekan rantai jangkar. Sedangkan *anchor pocket* berfungsi agar jangkar terlihat rapi pada tempatnya.

Alat Tambat Kapal Lainnya

- *Chocks* , Berfungsi untuk mengarahkan tali dari dermaga, terletak dekat dengan bulkwark. *Chocks* ada dua jenis yaitu paten(buka dan tutup) dan bisa diputar.
- *Fairleads*, Bisa diputar, berfungsi untuk mengubah arah dari tali, terletak di geladak.
- *Bollards*, berfungsi tempat untuk mengaiykan atau mengikat tali kapal agar tidak terbawa arus.

II.2.2. Metode Desain Kapal

Mengingat banyannya uang yang akan diinvestasikan dalam bisnis kapal, maka proses perencanaan mulai dari proses desain hingga pengembangan bisnis dari kapal ini harus terencana dengan sangat baik, sehingga nantinya jumlah *cost* produksi kapal yang dikeluarkan sebanding bahkan melebihi dari *revenue*. Secara umum proses atau metode desain kapal dapat dibedakan sebagai berikut:

➤ *Parent Design Approach*

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara menganbil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini *designer* sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus.Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

- Dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja.
- *Performance* kapal terbukti (*stabilitas, motion, reistance*)

➤ *Trend Curve Approach*

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu *Trend Curve approach* atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

➤ *Iterative Design Approach*

Alternatif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing* (*trial and error*). Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

➤ *Parametric Design Approach*

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya (L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai *main dimension* yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya (R_t), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, *trim*, dan lain-lain.

➤ *Optimisation Design Approach*

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap *basic design*. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost of transport* (ECT). Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal.

II.2.3. Tinjauan Teknis Perancangan Kapal

Dalam ilmu perkapalan, seorang *engineer* harus bisa menerjemahkan permintaan pemilik kapal (*owner requirement*) ke dalam bentuk gambar, spesifikasi dan hal-hal lain yang berhubungan dengan pembangunan sebuah kapal. Tahapan dalam mendesain sebuah kapal diantaranya :

– Menentukan ukuran utama kapal awal

Penentuan ukuran utama kapal menggunakan metode *trial and error*, dengan bantuan tabel evaluasi desain untuk pengecekan apakah ukuran utama dan beberapa hasil perhitungan sudah memenuhi standar yang ada.

▪ *Lpp (Length between perpendicular)*

Panjang yang di ukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/ AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/ FP*).

- *Loa (Length Overall)*
Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang di ukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal
 - *B_m(Breadth Moulded)*
Yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
 - *H (Height)*
Yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal.
 - *T (Draught)*
Yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.
 - *DWT (Deadweight Ton)*
Yaitu berat dalam ton (1000 kilogram) dari muatan, perbekalan, bahan bakar, air tawar, penumpang dan awak kapal yang diangkut oleh kapal pada waktu dimuati sampai garis muat musim panas maksimum.
 - *V_s (Service Speed)*
Ini adalah kecepatan dinas, yaitu kecepatan rata-rata yang dicapai dalam serangkaian dinas pelayaran yang telah dilakukan suatu kapal. Kecepatan ini juga dapat diukur pada saat badan kapal dibawah permukaan air dalam keadaan bersih, dimuati sampai dengan sarat penuh, motor penggerak bekerja pada keadaan daya rata-rata dan cuaca normal.
- Perhitungan hambatan kapal
Perhitungan hambatan pada Tugas Akhir ini menggunakan metode perhitungan dari Korean Register Rules.
 - Perhitungan berat dan titik pusat berat DWT
DWT itu terdiri dari payload atau muatan bersih, *consummable* dan *crew*. *Payload* berharga 90% dari DWT, *consummable* terdiri dari bahan bakar (*fuel oils*), minyak lumas (*lubrication oils*), minyak diesel (*diesel oils*), air tawar (*fresh water*) dan barang bawaan (*provision and store*). Setelah berat diketahui maka dilakukan perhitungan titik berat DWT untuk mencari harga KG.
 - Perhitungan berat dan titik pusat beratLWT

LWT terdiri dari berat badan kapal, peralatan dan perlengkapan dan permesinan atau kata lain berat kapal kosong tanpa muatan dan *consummable*. Untuk menghitung berat baja kapal, peralatan dan perlengkapan serta permesinaan ada beberapa pendekatan semisal menurut (Schneekluth & Betram, 1998) untuk perhitungan berat baja lambung Schneekluth membagi kedalam beberapa bagian antara lain berat baja lambung, berat bangunan atas dan berat rumah geladak.

- Perhitungan kapasitas ruang muat

Kapasitas ruang muat diartikan sebagai kemampuan muat dari tangki pengangkut ikan hidup.

- Perhitungan trim

Trim dapat didefinisikan sebagai gerakan kapal yang mengakibatkan tidak terjadinya *even keel* atau gerakan kapal mengelilingi sumbu Y secara tepatnya. Trim ini terjadi akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim haluan yaitu sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan sedangkan trim buritan kebalikan dari trim haluan.

- Perhitungan freeboard

Freeboard adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% H. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat sentabila geladak tanpa penutup kayu. *Freeboard* memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, *crew*, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan.

- Perhitungan tonnase kapal

Perhitungantonase kapal adalah cara tradisional untuk menentukan ukuran besar kapal. Dalam perhitungan *tonnage* kapal dibagi menjadi dua bagian yaitu *Gross Tonnage* (GT) dan *Net Tonnage* (NT). *Gross Tonnage* (GT) adalah kapasitas dari ruangan-ruangan yang ada dalam badan/lambung kapal dan ruangan tertutup diatas geladak yang tersedia untuk muatan, gudang, bahan bakar, penumpang dan *crew*. Sedangkan *Net Tonnage* (NT) adalah

GT dikurangi ruangan–ruangan yang digunakan untuk akomodasi kapten, perwira, ABK pangkat dibawahnya, peralatan navigasi dan permesinan penggerak kapal.

– Perhitungan Stabilitas Utuh (*Intact Stability*)

Untuk perhitungan stabilitas menggunakan standar perhitungan stabilitas yang terdapat pada *Intact Stability Code 2008 (IS Code 2008)* dengan bantuan *software Maxsurf Stability*.

– Desain Rencana Garis

Gambar rencana garis (*Lines Plan*) adalah suatu gambar yang terdiri dari bentuk lengkung potongan badan kapal, baik potongan vertikal memanjang (*Sheer Plan*), atau potongan secara horizontal memanjang (*Half Breadth Plan*), maupun potongan secara melintang badan kapal (*Body Plan*). Penjelasan tentang potongan badan kapal adalah sebagai berikut:

- *Sheer Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara memanjang sesuai dengan pembagian *Buttock Line* yang telah ditentukan.

- *Half Breadth Plan*

Gambar proyeksi dari badan kapal secara memanjang, jika kapal tersebut dipotong secara horizontal sesuai dengan pembagian *Water Line* yang telah ditentukan.

- *Body Plan*

Gambar proyeksi dari bentuk badan kapal secara melintang, jika kapal tersebut dipotong secara melintang sesuai dengan pembagian *station* yang telah ditentukan.

– Desain Rencana Umum

Rencana umum atau *general arrangement* dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Sehingga dari batasan tersebut, ada 4 langkah yang harus dikerjakan, yaitu :

- Menetapkan ruangan utama.
- Menentukan batas-batas dari setiap ruangan.
- Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
- Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut.

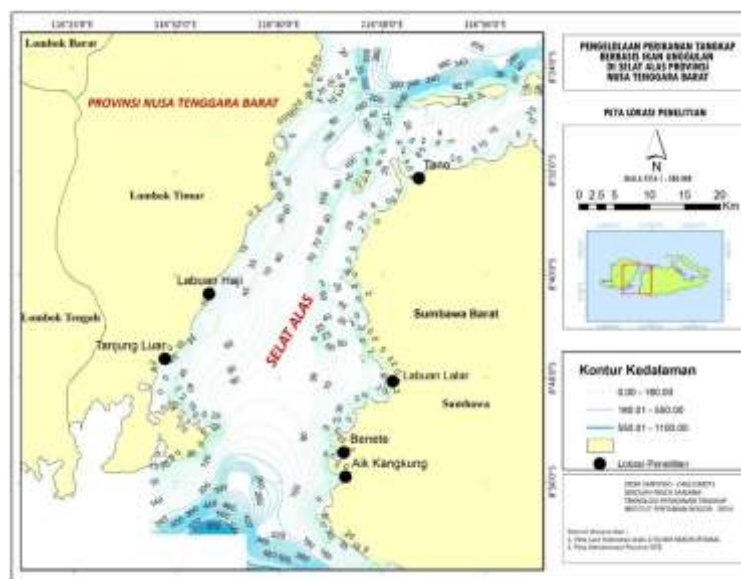
– Permodelan 3 Dimensi

Permodelan 3D dibutuhkan untuk melihat bentuk kapal dalam bentuk 3D, sehingga secara tidak langsung merepresentasikan bentuk kapal ketika kapal dibangun nantinya.

II.3. Tinjauan Wilayah

II.3.1. Sekilas Tentang Perairan Sumbawa (Selat Alas)

Perairan Sumbawa khususnya Selat Alas merupakan daerah perairan yang termasuk kedalam daerah teritorial Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Dikenal sebagai daerah dengan potensi ikan yang cukup besar, nama selat alas sempat menjadi sentra penangkapan cumi-cumi terbesar NTB dengan kontribusi tangkapan sebesar 7% dari produksi Nasional, selain memproduksi jenis ikan cumi-cumi, terdapat beberapa tangkapan ikan lainnya yang menjadi tangkapan utama diperairan selat alas diantaranya kerapu, kakap, tenggiri, gurita, selar dan lainnya. Secara geografis selat alas berada diantara kabupaten Lombok Timur dan Kabupaten Sumbawa barat . Dengan batasan wilayah yang dapat dilihat pada Gambar II.5



Gambar II.5. Selat Alas
(sumber: Santoso, 2015)

II.3.2. Provinsi Bali Sebagai Tujuan Pengiriman Ikan

Untuk daerah utama yang dituju untuk distribusi ikan hasil tangkapan maupun nantinya hasil dari budidaya ialah Provinsi Bali, alasan utama pengiriman menuju Provinsi Bali ialah, dirasa masih diperlukannya pasokan ikan untuk daerah Bali, kebutuhan Bali untuk ikan segar sangatlah besar mengingat selain untuk konsumsi penduduk lokal kebutuhan ikan di Bali meningkat dikarenakan Bali merupakan daerah wisata, dalam hal produksi ikan antara provinsi NTB secara umum dengan Provinsi Bali terdapat selisih yang cukup besar baik dari

ikan hasil tangkap maupun ikan hasil dari budidaya, untuk ikan hasil tangkap per 2014 terdapat selisih sebanyak 110.174 ton, sedangkan untuk produksi ikan hasil budidaya terdapat perbedaan produksi sebesar 664.728 ton per tahun 2014. Sedangkan angka konsumsi ikan di Bali pertahun 2014 mencapai 31,73 kg/kapita/tahun dan meningkat menjadi 33,02 kg/kapita/pertahun pada tahun 2015, oleh karena itu dirasa Provinsi Bali tepat menjadi daerah distribusi ikan.

Tabel II.1. Produksi Perikanan Tangkap Menurut Provinsi Tahun 2000-2014

Provinsi	Budidaya Laut											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*	
Aceh	-	-	17	-	-	36	42	164	43	84	109	
Sumatera Utara	496	548	-	612	352	1386	1888	3566	3086	4348	4350	
Sumatera Barat	120	126	40	34	34	60	13	79	833	335	243	
Riau	7400	26	59	5	4	-	11	3	2	5	401	
Kepulauan Riau	-	4856	903	4805	4623	4651	16477	4682	-	-	15358	
Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sumatera Selatan	-	-	-	-	316	357	392	-	421	23	-	
Kepulauan Bangka Belitung	31	24	31	24	62	712	746	4585	10142	7142	1088	
Bengkulu	-	-	-	-	669	-	-	248	5164	779	24	
Lampung	1399	821	1693	2094	1473	4201	9448	10696	14057	15927	6775	
DKI Jakarta	1093	1909	1457	1345	1530	1234	35281	26726	3071	2517	4066	
Jawa Barat	10000	10089	10337	10570	11523	8423	14707	7934	3726	1528	1015	
Jawa Tengah	-	25984	2532	1854	2249	2934	4809	5737	6604	14211	42413	
DI Yogyakarta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jawa Timur	359	4556	10348	13013	73738	339487	389430	412798	561887	580683	601413	
Banten	3957	5640	6627	6120	10944	5822	15024	16708	17219	21930	25671	
Bali	156054	161121	164769	152306	129174	136000	99883	106667	144610	146192	84931	
Nusa Tenggara Barat	39048	36425	60691	75656	86622	147604	163287	278107	451482	599742	749659	

(Sumber: BPS.go.id)

Tabel II.2. Produksi Perikanan Budidaya Menurut Provinsi Tahun 2000-2014

Provinsi	Perikanan Laut													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014
Aceh	80148	122034	92236	134077	102555	81163	124983	135558	119547	138942	116751	143681	148765	153952
Sumatera Utara	338115	341335	346132	341183	333794	336336	343378	340223	354531	358884	341323	463201	110553	588559
Sumatera Barat	95500	100900	85746	88473	107168	188412	127528	107092	387743	181745	193690	194531	197468	21104
Riau	286298	381519	208545	313473	388304	47362	38194	103098	87617	75520	77182	98593	95408	93379
Jambi	41104	44935	45282	48828	67878	43521	25180	43638	43545	44120	44524	44708	46894	47713
Sumatera Selatan	157538	46282	49724	83388	54242	17821	35485	77798	38153	39725	48877	43808	44892	44764
Bengkulu	34169	35482	35883	27311	27615	30750	48735	42435	57655	44089	44041	38886	44561	50818
Lampung	147503	151485	150850	153244	146863	137728	133551	135224	144054	144552	143813	154484	144485	143107
Kepulauan Bangka Belitung	8	127868	136526	143897	144808	139845	127274	123292	250499	153222	159421	191474	202565	199243
Kepulauan Riau	-	-	-	-	-	101118	164483	191556	225478	225468	186037	157506	147218	140597
DKI Jakarta	105179	107126	104488	108827	123869	172024	137570	146246	144718	145970	172432	188188	318926	289727
Jawa Barat	169585	141261	158010	148158	160140	155341	144480	167288	176449	172747	180445	185825	198178	207462
Jawa Tengah	246514	279809	281288	238235	244389	192586	193554	154442	174831	195836	212635	253536	258893	224229
DI Yogyakarta	1420	1329	1041	1775	1444	1772	1711	2628	1828	4239	4239	3054	4294	3386
Jawa Timur	288868	246418	294586	414453	320591	322389	274630	383877	384262	285510	238938	361624	367822	378328
Banten	8	182104	56616	53871	83826	58715	87745	63679	55858	57157	57254	57811	59701	58568
Bali	55918	59183	81650	95223	65768	78703	77219	104212	85883	121538	104927	107503	80413	182351
Nusa Tenggara Barat	85709	88587	79727	81093	79453	81810	95148	89554	88883	89225	111806	148178	122782	142180

(Sumber: BPS.go.id)

Tabel II.3. Tabel Konsumsi Ikan Tiap Provinsi

No	Provinsi	Tahun					Pertumbuhan (%)		
		2010	2011	2012	2013	2014	2015) 2014	2010- 2014	2013- 2014
	Nasional	30,4 8	32,2 5	33,8 9	35,2 1	38,1 4	41,11)*	5,78	8,32

1	Aceh	40,4 9	40,9 6	41,6 9	43,3 4	45,8 3	46,85	3,16	5,75
2	Sumatera Utara	33,1 8	35,5 4	35,5 9	36,5 8	39,0 6	40,86	4,20	6,78
3	Sumatera Barat	29,2 7	29,5 3	31,1 8	33,3 2	34,1 6	36,42	3,97	2,52
4	Riau	37,1 9	37,8 5	38,0 4	39,0 7	41,7 4	43,70	2,95	6,83
5	Jambi	29,7 3	31,5 5	31,9 4	34,3 1	33,5 2	34,75	3,12	-2,30
6	Sumatera Selatan	29,3 2	30,4 2	35,3 1	35,8 5	39,6 1	40,11	7,96	10,49
7	Bengkulu	23,3 8	25,5 2	26,8 0	27,9 7	32,1 8	34,39	8,40	15,05
8	Lampung	21,6 5	22,3 1	24,4 1	25,3 0	26,6 1	28,66	5,32	5,18
9	Kep. Bangka Belitung	37,5 4	38,8 2	45,7 5	45,9 3	47,0 4	47,71	6,02	2,42
10	Kep. Riau	44,3 3	46,8 6	45,9 6	47,2 6	49,2 4	52,58	2,70	4,19
11	DKI Jakarta	21,4 4	25,1 4	31,3 1	32,9 5	32,5 5	33,52	11,46	-1,21
12	Jawa Barat	19,5 2	20,7 9	22,6 7	25,2 8	24,5 6	26,27	6,05	-2,85
13	Jawa Tengah	12,8 1	15,5 1	17,7 1	19,1 6	20,2 7	22,37	12,31	5,79
14	DI Yogyakarta	9,92 0	13,6 0	14,5 5	16,6 0	21,7 4	23,21	22,28	30,96
15	Jawa Timur	19,0 1	21,4 1	23,3 5	24,4 6	27,8 9	28,96	10,12	14,02
16	Banten	21,5 0	24,8 9	28,3 6	28,9 8	30,6 5	31,79	9,41	5,76
17	Bali	23,2 5	24,4 0	24,7 5	27,9 1	31,7 3	33,02	8,21	13,69

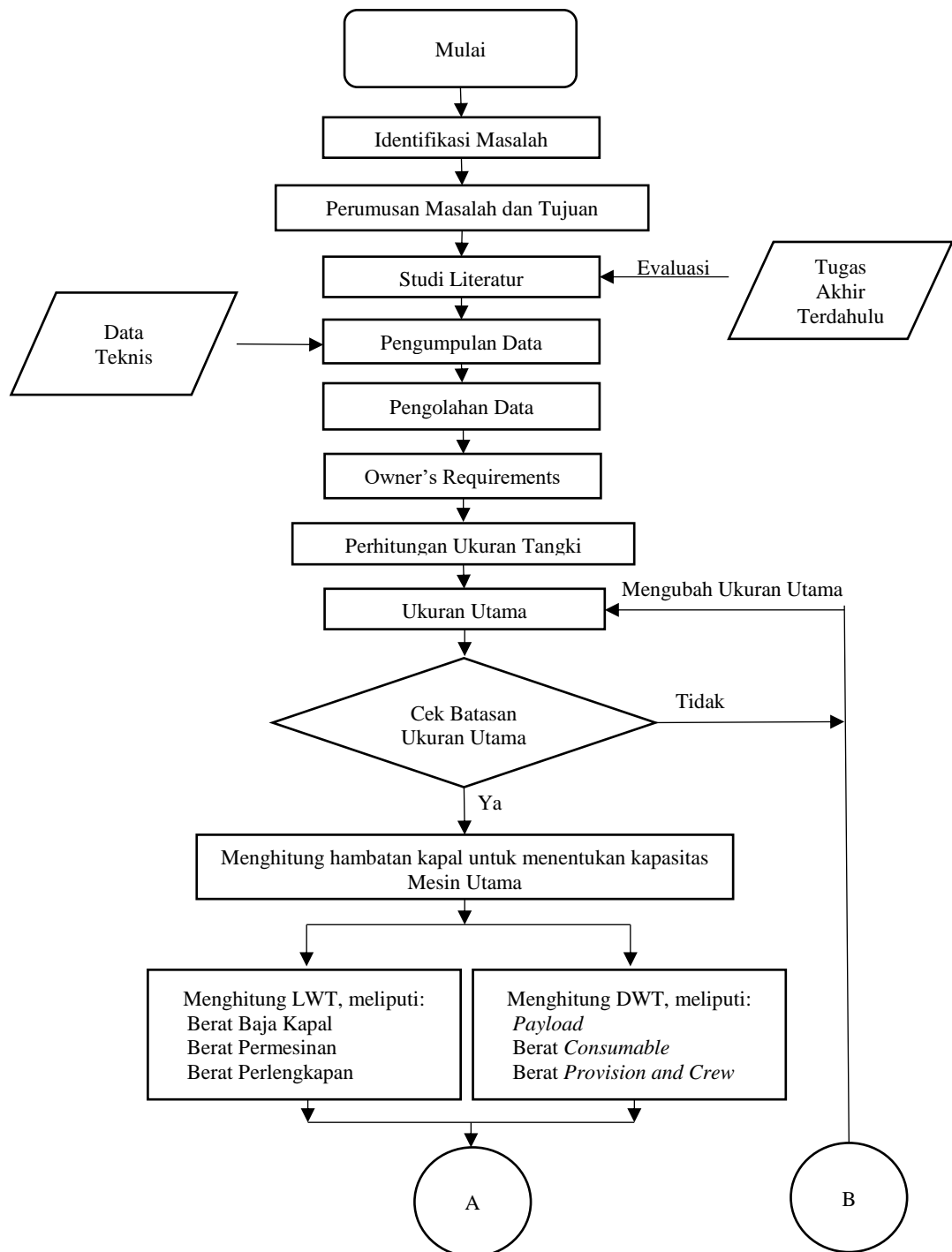
(Sumber: BPS.go.id)

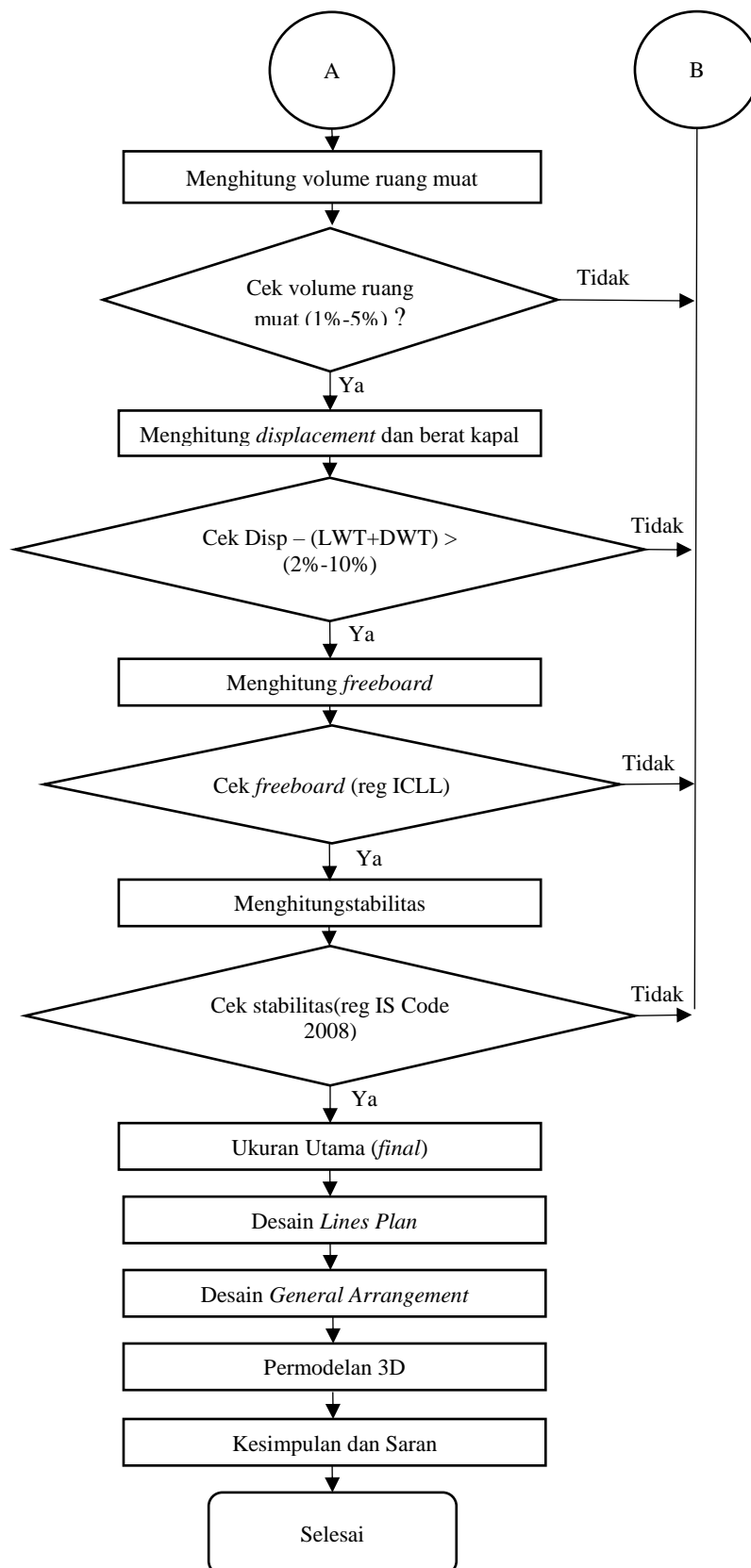
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

III.1. Diagram Alir Pengerjaan

Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir, diagram alir ini dijadikan acuannya pada setiap proses, berikut merupakan diagram alir pengerjaan:





Gambar III.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Pada Gambar III.1 adalah diagram alir pengerjaan Tugas Akhir dari awal hingga selesai.

Penjelasan tentang diagram alir tersebut adalah:

III.1.1. Tahapan Identifikasi Masalah

Pada tahap awal ini dilakukan identifikasi permasalahan berupa :

- Potensi dari produksi ikan rata-rata di perairan sumbawa.
- Penentuan jenis ikan yang diangkut berdasarkan jumlah produksi ikan.
- Daerah yang dituju untuk pengiriman ikan.

III.1.2. Tahapan Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Studi literature dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan serta teori-teori yang berkaitan dengan Tugas Akhir ini, bisa dalam bentuk hasil penelitian sebelumnya agar bisa lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dilakukan. Studi yang dilakukan yaitu:

- *Self-Propelled Barge*

Literatur mengenai *Self-Propelled Barge* akan menjadi pokok dari Tugas Akhir ini. Perlu diketahui jenis-jenisnya, aturan yang mengatur kapal jenis ini dan sebagainya.

- Kapal Pengangkut Ikan Hidup

Literatur mengenai Kapal pengangkut ikan hidup menjadi pokok tugas akhir ini, dimana perlu diketahui tipe-tipe kapal pengangkut ikan hidup ini, serta kompponen yang atau peralatan yang digunakan guna menjaga kualitas ikan dan air yang menampung ikan agar kondisi ikan tetap baik mulai dari diangkut hingga ke tempat tujuan.

- Metode Konversi Kapal

Konversi kapal merupakan mengubah fungsi dari suatu kapal ke fungsi lainya dalam hal akomodasi, dalam konversi kapal terdapat beberapa hal yang diperhatikan diantaranya pemenuhan stablitas, trim, dan freeboard dari kapal yang dikonversi.

III.1.3. Tahapan Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas ini. Adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

- Data Potensi dan Tangkapan Ikan diperairan Sumbawa

Data mengenai mengenai potensi dan jumlah tangkapan ikan dari perairan sumbawa diperoleh dari beberapa sumber diantaranya dari website BPS, dan juga jurnal dengan judul Pengelolaan Perikanan Tangkap Berbasis Ikan Unggulan di Selat Alas Provinsi Nusa Tenggara Barat, oleh Didik Santoso.

- Data Kapal yang Akan di Konversi

Data kapal yang akan dikonversi diperoleh dari PT. Mitratirta Lokalestari, Jambi dimana data kapal yang diperoleh berupa jenis kapal yaitu *barge*, ukuran utama *barge*, *Lines Plan*, *general arrangement*, *shell expansion*, *construction profile*, dari *barge* Kim Heng.

- Data mesin utama kapal

Ukuran daya mesin utama didapatkan dari perhitungan propulsi dan hambatan menggunakan metode Koren Register Barge. Untuk mesin yang akan digunakan nantinya akan diambil dari katalog mesin.

III.1.4. Tahapan Pengolahan Data

Dari data-data yang didapatkan, maka proses berikutnya adalah pengolahan data tersebut sebagai input dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui beberapa hal-hal sebagai berikut:

- *Payload* dan lokasi operasi
- Ukuran utama kapal
- Menghitung hambatan dan menentukan kapasitas Mesin Utama
- Menghitung *Light Weight Tonnage* dan *Dead Weight Tonnage*
- Menghitung volume ruang muat
- Menghitung *displacement*
- Menghitung *freeboard*
- Menghitung stabilitas

III.1.5. Tahapan Perencanaan

Pada tahapan ini akan dilakukan proses perencanaan (desain) kapal untuk memenuhi kebutuhan pengolahan limbah nantinya. Perencanaan yang dilakukan terbagi menjadi 3 yaitu:

- Desain Rencana Garis

Pembuatan rencana garis dilakukan dengan bantuan *software maxsurf*. Setelah proses desain rencana garis selesai. Proses berikutnya adalah menyempurnakan atau menyelesaikan desain rencana garis dengan bantuan *software AutoCad*.

- Desain Rencana Umum

Dari rencana garis yang telah di desain, dibuatlah rencana umum dari tampak depan, samping, dan belakang. Di dalam rencana umum ini sudah termasuk penataan ruangan, peralatan, perlengkapan, muatan, dan hal lainnya.

- Permodelan 3D

Dari rencana garis dan rencana umum yang telah diselesaikan, maka dibuatlah permodelan 3D dari desain kapal ini dengan bantuan *softwaremaxsurf*.

III.1.6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi keamanan barge terhadap standar yang ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap apa-apa yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

III.2. Metode Perhitungan Teknis Pengolahan Data

Metode perhitungan teknis merupakan cara atau proses yang digunakan dalam pengelolaan data yang sudah diperoleh sebelumnya, melalui pendekatan secara matematis, berikut merupakan beberapa metode yang digunakan:

III.2.1. Penentuan *Payload*

Proses penentuan *payload* menggunakan metode survey data Produksi ikan yang diproduksi di Kabupaten Sumbawa Barat per tahun. Dari data yang didapatkan akan dicari rata-rata produksi yang akan dijadikan patokan *payload* kapal nantinya. Untuk perhitungan dalam *deadweight tonnagepayload* akan diberikan margin 10%.

$$DWT = \text{Payload} + 10\% \times \text{Payload} \dots\dots\dots(3.1)$$

III.2.2. Penentuan Ukuran Utama

Penentuan ukuran utama kapal akan disesuaikan dengan ukuran utama dari kapal awal sebelum dikonversi, dimana data ukuran utama diperoleh dari perusahaan.

III.2.3. Perhitungan Koefisien

Perhitungan koefisien-koefisien pada kapal terdiri dari :

- *Froude Number*

Rumus *Froude Number*(Lewis E. V., 1988):

$$F_r = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot Lwl}} \dots\dots\dots(3.2)$$

– *Block Coefficient*

Rumus *Block Coefficient*(Parsons, 2001):

$$C_b = -4.22 + 27.8\sqrt{F_r} - 39.1 F_r + 46.6 F_r^3 \dots\dots\dots(3.3)$$

– *Midship Section Coefficient*

Rumus *Midship Section Coefficient*(Parsons, 2001):

$$C_m = 1.006 - 0.0056 C_b^{-3.56} \dots\dots\dots(3.4)$$

– *Waterplan Coefficient*

Rumus *Waterplan Coefficient*(Parsons, 2001):

$$C_{wp} = C_b / (0.471 + 0.551 C_b) \dots\dots\dots(3.5)$$

– *Longitudinal Center of Bouyancy*

Rumus *Longitudinal Center of Bouyancy*(Parsons, 2001):

$$LCB = 8.80 - 38.9 F_r \dots\dots\dots(3.6)$$

– *Volume Displacement*

Rumus *Volume Displacement* :

$$\nabla = Lwl \times B \times T \times C_b \dots\dots\dots(3.7)$$

– *Displacement*

Rumus *Displacement* :

$$\Delta = Lwl \times B \times T \times C_b \times \rho \dots\dots\dots(3.8)$$

III.2.4.Perhitungan Hambatan dan Penentuan Kapasitas Mesin Utama

Perhitungan hambatan akan menggunakan metode perhitungan (Korean Register of Shipping, 2010) dengan formula perhitungan yang digunakan dalam menentukan harga hambatan total sebagai berikut:

$$R_{tot} = R_f + R_w + R_a \dots\dots\dots(3.9)$$

Dalam metode perhitungan ini komponen yang dihitung adalah hambatan kapal dibawah permukaan air dan hambatan angin. Penjelasan dari dua perhitungan ini adalah sebagai berikut:

– Hambatan Gesek

Adapun notasi yang harus diketahui sebelum mengerjakan perhitungan ini adalah:

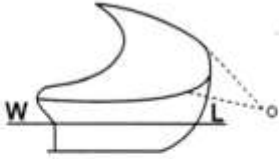
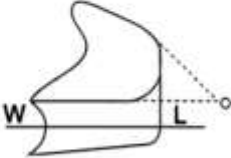
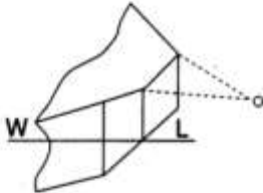
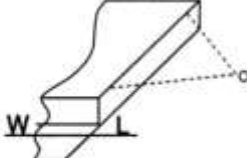
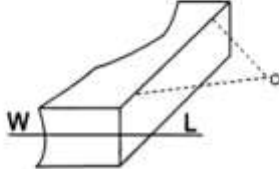
$$R_f = 0.000136 F_1 A_1 V^2 \dots\dots\dots(3.10)$$

– Hambatan Air

Untuk notasi perhitungan hambatan angin sudah dijelaskan pada penjelasan hambatan gesek. Untuk koefisien F_2 dapat dilihat pada Tabel III.1

$$R_w = 0.014 C F_2 A_2 V^2 \dots \dots \dots (3.11)$$

Tabel III.1 Koefisien *bow shape*

Bow shape	F_2
	0.2/0.4
	0.3/0.5
	0.4/0.6
	0.3/0.5
	0.8/1.0

– Hambatan Angin

Untuk notasi perhitungan hambatan angin sudah dijelaskan pada penjelasan hambatan gesek. Dalam perhitungan hambatan angin berpengaruh kecil terhadap hambatan total kapal. Untuk koefisien yang digunakan pada perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel III.2, Tabel III.3, Tabel III.4.

Tabel III.2. *Shape coefficient of hull surface facing the wind*

Shape of hull surface	C_s
spherical	0.4
cylindrical	0.5
leg brace	0.5
leg cord	0.7
large flat. hull/deck house	1.0
clustered deck house	1.1
latticed structure	1.25
crane, beam, etc.	1.5

Tabel III.3. *Shape coefficient of hull surface facing the wind*

Height from waterline (m)	C_H
0 - 15.3	1.0
15.3 - 30.5	1.1
30.5 - 46.0	1.2
46.0 - 61.0	1.3
61.0 - 76.0	1.37
76.0 - 91.5	1.43
91.5 - 106.5	1.48
106.5 - 122.0	1.52
122.0 - 137.0	1.56
137.0 - 152.5	1.60
152.5 - 167.5	1.63
167.5 - 183.0	1.67
183.0 - 198.0	1.70
198.0 - 213.5	1.72
213.5 - 228.5	1.75
228.5 - 244.0	1.77
244.0 - 256.0	1.79
more than 256	1.80

$$R_a = 0.0000195 C_s C_H A_3 (V_w + V)^2 \dots \dots \dots (3.12)$$

Tabel III.4. *Wind coefficient*

Service area	Wind velocity (knots)
Smooth water	29.16
Coastal water	36.93
Sea going	50.54

Untuk penentuan kapasitas mesin utama, hal pertama yang dilakukan adalah melakukan perhitungan terhadap nilai *Effective Horse Power*(EHP), *Delivery Horse Power* (DHP) dan *Brake Horse Power* (BHP).

- Rumus EHP (Lewis E. V., 1988):

$$EHP = R_t \times V \dots\dots\dots(3.13)$$

- Rumus DHP (Lewis E. V., 1988):

$$DHP = EHP / \mu D \dots\dots\dots(3.14)$$

$$\mu D = \mu H \times \mu R \times \mu o$$

$$\mu H = (1 - t) / (1 - w) \dots\dots\dots(3.15)$$

- Perhitungan *Thrust Deduction*(Lewis E. V., 1988):

$$t = \frac{0.25014 \times \left(\frac{B}{L}\right)^{0.28956} \times \left(\frac{\sqrt{B \times T}}{D}\right)^{0.2624}}{(1 - C_p + 0.0225 LCB)^{0.01762} + 0.0015 \times C_{stern}} \dots\dots\dots(3.16)$$

- Perhitungan *Wake Fraction*(Lewis E. V., 1988):

$$w = 0.3095 \times C_b + 10 \times C_v \times C_b - 0.1 \dots\dots\dots(3.17)$$

Dimana:

$$C_v = (1 + k) \times C_f + C_a \dots\dots\dots(3.18)$$

- Perhitungan BHP

$$BHP = DHP / \mu t \dots\dots\dots(3.19)$$

Dimana:

$$\mu t = \Pi(1 - li) \dots\dots\dots(3.20)$$

III.2.5. Perhitungan LWT dan DWT

III.2.5.1. Perhitungan LWT

- Perhitungan berat baja kapal (Parsons, 2001):

$$W_{st} = W_{si}' (1 + 0.05(Cb' - Cb)) \dots \dots \dots (3.21)$$

$$Cb' = Cb + (1 - Cb)((0.8 \times H - T)/3 \times T) \dots \dots \dots (3.22)$$

$$W_{si}' = W_{si} - (\%Scrap \times W_{si}) \dots \dots \dots (3.23)$$

$$W_{si} = K \times E^{1.36} \dots \dots \dots (3.24)$$

$$E = L(B + T) + 0.85 \times L(H - T) + 0.85(l_1 \times h_1) + 0.75(l_2 \times h_2) \dots \dots \dots (3.25)$$

- Perhitungan berat E&O (Schneekluth & Betram, 1998)

Perhitungan berat E&O dihitung berdasarkan fungsi luas deck (*houses*) yang terdapat pada kapal dikalikan *specific and unit area weights factor*.

- Untuk ukuran kapal kecil dan sedang = 160 – 170 kg/m² atau 60 – 70 kg/m²
- Untuk ukuran kapal besar = 180 – 200 kg/m² atau 80 – 90 kg/m²

Untuk perhitungan berat selain *houses* maka dikalikan factor C_{eo}

$$0.18 \text{ t/m}^2 < C_{eo} < 0.26 \text{ t/m}^2$$

- Perhitungan berat permesinan

Perhitungan berat mesin didasarkan terhadap pemilihan mesin yang terdapat pada katalog mesin, yang sudah disesuaikan dengan daya yang dibutuhkan kapal

- Perhitungan berat cadangan permesinan

Perhitungan berat cadangan permesinan diambil pada asumsi sebesar 3% dari total berat permesinan

- Perhitungan berat tangki

Perhitungan berat tangki dihitung berdasarkan luasan permukaan silinder yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya, dikalikan massa jenis baja sebesar $7.85 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

III.2.5.2. Perhitungan DWT

- *Payload*

Payload didapatkan berdasarkan data produksi ikan di Kabupaten Sumbawa Timur dan data potensi perikanan di perairan selat alas.

- Kebutuhan Bahan Bakar

$$MFO = Seetime \times Koefisien \text{ Konsumsi} + Koreksi 10\% \dots \dots \dots (3.26)$$

Keterangan:

- MFO = *Marine Fuel Oil*
- Seetime = *Workload* mesin (jam)
- Koefisien = 0.085 ton/jam (*Main Engine*), 0.14 ton/jam (*Generator Set*)

Perhitungan diatas juga berlaku untuk menghitung kebutuhan bahan bakar *generator set*.

- Kebutuhan Minyak pelumas

$$LO = \left(\frac{K}{1000} \right) \times \rho \times Power \times \frac{n}{24} \dots\dots\dots(3.27)$$

Keterangan:

Perhitungan diatas juga berfungsi untuk menghitung kebutuhan LO *generator set*.

- Kebutuhan Air Tawar

$$W_{fw} = K \times n \times Seetime \dots\dots\dots(3.28)$$

- Berat *Provision*.

$$W_{prov} = K \times n \times Seetime \dots\dots\dots(3.29)$$

- Berat orang dan bawaan

$$W_{person} = K \times n \dots\dots\dots(3.30)$$

III.2.6.Perencanaan Ruang Muat

Perencanaan ruang muat untuk muatan dilakukan bersamaan dengan perhitungan dimensi tangki. Untuk perencanaan ruangan lain seperti tangki bahan bakar, akomodasi, sekat tubrukan, kamar mesin dan jarak gading adalah sebagai berikut:

- Jarak Gading (Biro Klasifikasi Indonesia, 2006)

$$Jarak\ Gading = 2.5 \times L_{pp} + 410 \dots\dots\dots(3.31)$$

- Kamar Mesin

$$L_{km} = L_{me} + L_{ae} + Koreksi \dots\dots\dots(3.32)$$

- Sekat Tubrukan (Biro Klasifikasi Indonesia, 2006):

$$Jarak\ Sekat\ Tubrukan = (0.05 - 0.08)L$$

$$dari\ FP, untuk\ kapal\ L < 200\ m \dots\dots\dots(3.33)$$

- Tangki

Tangki didesain berdasarkan kebutuhan volume cairan, pada Tugas Akhir kali ini tangki yang digunakan berbentuk kotak kecuali untuk tangki yang berhubungan dengan pengolahan limbah oli bekas.

$$V = L \times B \times H \dots\dots\dots(3.34)$$

– Akomodasi

Perencanaan ruang akomodasi juga didesain sesuai kebutuhan kapal dengan pendekatan-pendekatan perencanaan ruangan.

III.2.7.Perhitungan Titik Berat

Cara menghitung titik berat total adalah sebagai berikut:

$$KG_{tot} = \frac{(LWT \times KG_{LWT})+(DWT \times KG_{DWT})}{(LWT+DWT)} \dots\dots\dots(3.35)$$

$$LCG_{tot} = \frac{(LWT \times LCG_{LWT})+(DWT \times LCG_{DWT})}{(LWT+DWT)} \dots\dots\dots(3.36)$$

III.2.8.Perhitungan Freeboard

Perhitungan *freeboard* berdasarkan aturan yang terdapat pada *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988* (ICLL 1966). Sebelum melakukan perhitungan desainer harus menentukan tipe kapal yang akan dibuat apakah tipe A atau tipe B. Untuk kelas oil tanker masuk ke dalam kriteria tipe A.

Untuk mengetahui standar *freeboard* dan *actual freeboard* kapal yang di desain adalah sebagai berikut:

– *FreeboardStandard*

Dilakukan pengecekan tabel *freeboard* yang terdapat dalam ICLL 1966 yang dapat dilihat pada Tabel III.5

Tabel III.5. Tabel *freeboard*

Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)
.....
54	490
55	503
56	516
57	530
58	544
59	559
.....

– Koreksi Kapal < 100 m

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100$ m dan mempunyai *superstructure* tertutup dengan panjang efektif mencapai 35%L (jika $E < 35\%L$, maka tidak ada koreksi) maka :

$$Fb_1 = 7.5 (100 - L)(0.35 - \frac{E}{L}) \dots\dots\dots(3.37)$$

– Koreksi C_b

Koreksi dilakukan jika $C_b > 0.68$ maka:

$$Fb_2 = Fb [\frac{(C_b+0.68)}{1.36}] \dots\dots\dots(3.38)$$

– Koreksi Tinggi

Koreksi dilakukan jika $D > L/15$ maka:

$$Fb_3 = R(D - L/15) \dots\dots\dots(3.39)$$

$$R = L/0.48 \quad \quad \quad \text{untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \quad \quad \text{untuk } L > 120 \text{ m}$$

III.2.9. Perhitungan Stabilitas

Salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam proses desain kapal ialah kriteria stabilitas. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Reg. III/3.1.2. Dalam perhitungan stabilitas ini digunakan *software maxsurf stability* untuk mengukur hasil dari kesesuaian dari setiap kriteria stabilitas.

III.2.10. Perhitungan Trim

Adapun langkah-langkah perhitungan trim sebagai berikut:

$$\frac{KB}{T} = 0.9 - 0.3C_M - 0.1C_b \dots\dots\dots(3.40)$$

$$KB = \frac{KB}{T} \times T \dots\dots\dots(3.41)$$

$$C_1 = 0.1216 C_w - 0.041 \dots\dots\dots(3.42)$$

$$I_T = C_1 \times L_{pp} \times B^3 \dots\dots\dots(3.43)$$

$$BM_T = \frac{I_T}{V} \dots\dots\dots(3.44)$$

$$C_{IL} = 0.35 C_w^2 - 0.405 C_w + 0.146 \dots\dots\dots(3.45)$$

$$I_L = C_{IL} \times B \times L_{pp}^3 \dots\dots\dots(3.46)$$

$$BM_L = \frac{I_L}{V} \dots\dots\dots(3.47)$$

$$GM_L = BM_L + KB - KG \dots\dots\dots(3.48)$$

$$Trim = T_a - T_f \dots\dots\dots(3.49)$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS

IV.1. Penentuan Jumlah *Payload*

Dari tahap pengumpulan data produksi dan data potensi maksimum produksi ikan di perairan Sumbawa diperoleh 12 jenis ikan yang merupakan produksi utama untuk perairan Sumbawa, dimana penentuan 12 jenis ikan ini didasarkan pada jumlah tangkapan tahunan dan potensi lestari maksimum ikan tersebut. Berikut pada Tabel IV.1 merupakan 12 jenis ikan tersebut beserta jumlah tangkapannya:

Tabel IV.1. Produksi Ikan dan Potensi Lestari Ikan

Produksi Ikan Rata-Rata			
ikan kerapu	=	259.1	ton/tahun
ikan kakap	=	317.8	ton/tahun
ikan tembang	=	306.5	ton/tahun
gurita	=	245	ton/tahun
ikan tenggiri	=	103.8	ton/tahun
ikan tongkol	=	1493	ton/tahun
cumi	=	657.2	ton/tahun
ikan kuwe	=	158.1	ton/tahun
ikan kembung	=	319.3	ton/tahun
ikan lemuru	=	574	ton/tahun
ikan selar	=	152.6	ton/tahun
ikan cakalang	=	1493	ton/tahun
total	=	6079.4	ton/tahun
rata-rata dalam 1 hari	=	17.12507042	ton/hari
rata-rata dalam 30 hari	=	256.8760563	ton

Berdasarkan Tabel IV.1 diambil rata-rata setiap 15 harinya dimana diperoleh 256.876 ton/15hari, lalu dikalikan dengan jumlah perbandingan ikan dan air sebanyak 70% air dan 30% ikan, maka massa total diperoleh sebesar **856.25** ton. Jumlah masa total inilah yang digunakan sebagai *payload* dari kapal ini.

$$\text{Payload} = a \times b \times \text{rasio}$$

$$a = \text{total tangkapan dalam 1 hari}$$

$$b = \text{perkiraan trip 15 hari sekali}$$

$$\text{payload} = (17.125 \text{ ton} \times 15 \text{ hari})/0.3$$

$$= 856.25 \text{ ton/15 hari}$$

Dengan perbandingan rasio ikan dan air tadi kita mencari masa jenis gabungan ikan dan air:

$$\text{Rasio ikan} = 30\% \times 856.25 \times 0.98 = 254.32 \text{ m}^3$$

$$\text{Rasio air} = 70\% \times 856.25 \times 1.025 = 614.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 868.412 \text{ m}^3$$

$$\text{Masa jenis gabungan} = \text{payload/total volume}$$

$$= 856.25/868.412$$

$$= 0.98 \text{ m}^3/\text{ton}$$

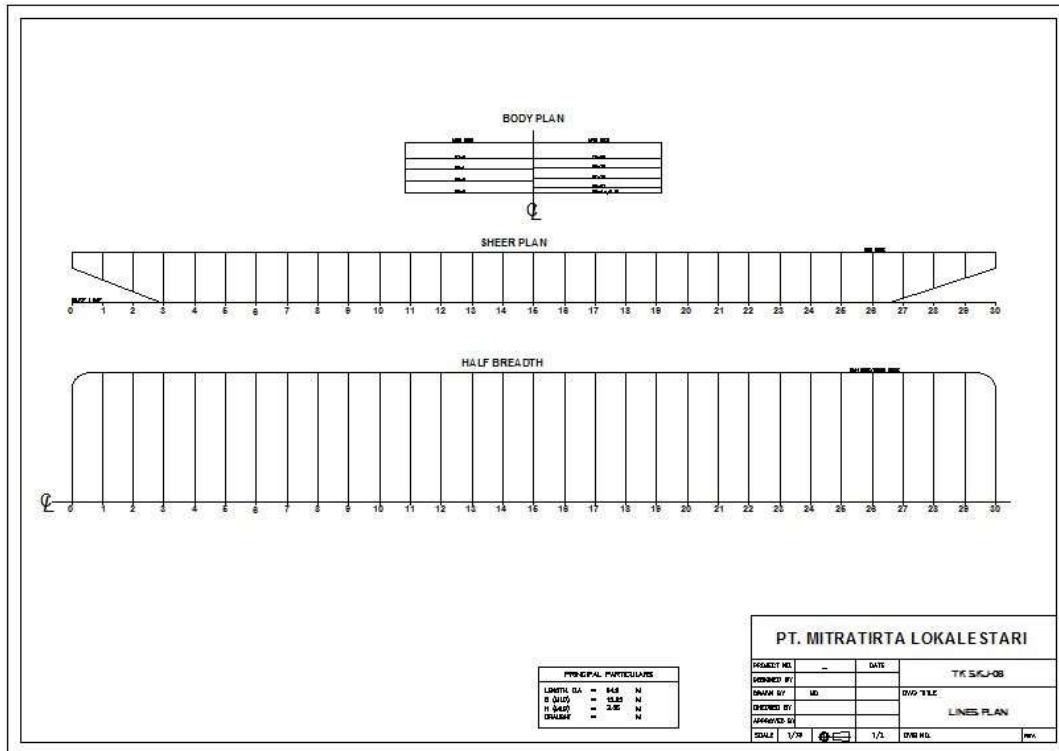
Lalu untuk menentukan volume minimal untuk ruang penyimpanan yang diperlukan ialah dengan $856.25 \text{ ton}/0.98 \text{ m}^3/\text{ton}$ diperoleh 941.6 m^3 .

IV.2. Data Awal *Barge* Sebelum Modifikasi

Barge Kim Heng merupakan *barge* yang dimiliki oleh PT. Mitratirta Lokalestari yang pada awalnya diperuntukan untuk mengakomodasi pengiriman batubara untuk daerah Jambi dan sekitarnya. Untuk data awal yang diperoleh dari PT. Mitratirta Lokalestari antara lain, ukuran utama *barge*, *lines plan*, *general arrangement*, dan *construction profile*. Berikut merupakan spesifikasi:

1. **Nama Kapal** : Kim Heng *Barge*
 - Bendera Kebangsaan : Indonesia
 - Klasifikasi : Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)
 - Galangan Pembuat : PT. Mitratirta Lokalestari
 - Tipe Kapal : *Deck barge*
2. **Ukuran Utama**
 - Panjang Seluruh (LOA) : 54.9 meter
 - Lebar : 15.25 meter
 - Tinggi : 3.05 meter
 - Draft : 2.1 meter

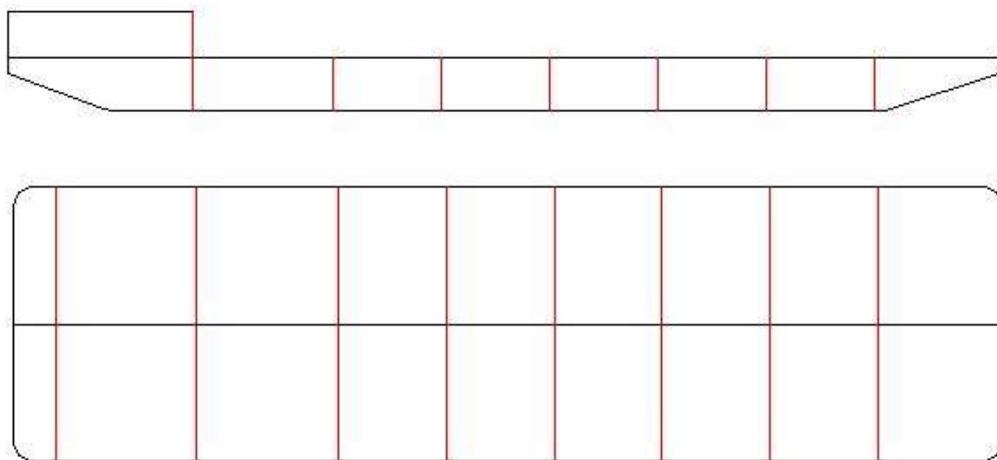
Pada gambar dapat dilihat *lines plan* dari *barge* Kim Heng, untuk data *general arrangement* dan *construction profile* dapat dilihat pada lampiran. Data *lines plan* yang diperoleh yaitu dalam *format file* CAD, yang mana nantinya akan digunakan untuk melakukan permodelan awal pada lambung *barge*, dimana tujuan dari permodelan awal pada perangkat lunak Maxsurf Modeler ialah menentukan metode penghitungan tahanan kapal yang akan digunakan pada proses konversi kapal ini.



Gambar IV.1. *Lines Plan Kim Heng Barge*

IV.3. *Layout Awal Setelah Konversi*

Berikut merupakan *layout* awal dari *barge*, setelah mengalami konversi, perubahan dilakukan pada *void tank* dari *barge* yang merupakan ruang kosong, menjadi ruang atau tangka penampung ikan hidup, selain itu juga akan ditambahkan bangunan atas pada *barge* yang dikonversi menjadi *self propelled barge*.



Gambar IV.2. *Layout awal dari SPB*

Sedangkan ukuran utamanya dapat dilihat pada Tabel IV.2 , ukuran utama yang diperoleh merupakan ukuran utama yang disamakan dengan data kapal yang diperoleh sebelumnya.

Tabel IV.2. Tabel ukuran utama kapal

Ukuran Utama (m)		
Loa	=	54.9
B	=	15.25
H	=	3.05
T	=	2.1

IV.4. Perhitungan Teknis

IV.4.1. Perhitungan Hambatan

Setelah diperoleh data ukuran utama kapal dari perusahaan, selanjutnya dilakukan penghitungan hambatan kapal, untuk menghitung hambatan total *barge* ini metode yang digunakan ialah menggunakan *KR-Barge*, yang merupakan metode khusus untuk menghitung hambatan pada *barge*, berdasarkan formula-formula yang sudah dijelaskan pada BAB sebelumnya maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &\text{➤ } R_t &= & R_f + R_w + R_a \\
 &\text{➤ } R_f &= & 0.000136 F_1 A_1 V^2 \\
 &F_1 &= & 0.8 \\
 &A_1 &= & 890.957 \text{ (m}^2\text{)} \\
 &V &= & 8 \text{ (knots)} \\
 &R_f &= & 0.000136 * 0.8 * 890.957 * 8^2 \\
 &R_f &= & 6.340522609 \text{ ton} \\
 & & & 62.18027468 \text{ kN} \\
 &\text{➤ } R_w &= & 0.014 C F_2 A_2 V^2 \\
 &C &= & 1.2 \\
 &A_2 &= & 28.5025 \text{ (m}^2\text{)} \\
 &F_2 &= & 0.5 \\
 &A_2 &= & 28.50225 \text{ m}^2 \\
 &R_w &= & 6.335200306 \text{ ton} \\
 & & & 62.12807989 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\text{➤ } R_a = 0.0000196 C_s Ch A_3 (V_w + V)^2$$

$$A_3 = 123.753 (m^2)$$

$$C_s = 1$$

$$Ch = 1$$

$$V_w = 36.93$$

$$R_a = 4.896487435 \text{ ton}$$

$$48.01890198 \text{ kN}$$

$$\text{➤ } R_T = 172.237 \text{ kN}$$

$$\text{➤ } EHP = R_T \times V_{sea}$$

$$V_{sea} = 4.1152 \text{ m/s}$$

$$EHP = 709.1611262 \text{ kW}$$

$$950.9850702 \text{ HP}$$

$$\text{➤ } DHP = \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r}$$

$$\eta_s = 0.98$$

$$\eta_r = 0.98$$

$$\eta_0 = 0.5$$

$$DHP = 1476.803678$$

➤ Perhitungan BHP menggunakan dua koreksi:

Koreksi sebesar 3% DHP untuk letak kamar mesin dibelakang (ITTC 1957)

Koreksi Jalur pelayaran sebesar 15%-20% (ITTC 1957)

$$BHP = DHP + 3\%DHP + X\%DHP$$

dimana X% = 15% untuk koreksi daerah pelayaran

$$BHP = DHP + 3\%DHP + 15\%DHP$$

$$= 1742.62834 \text{ HP}$$

$$= 1281.703144 \text{ kW}$$

$$871.31417 \text{ HP} \quad \text{karena twin screw}$$

$$640.851572 \text{ kw} \quad \text{karena twin screw}$$

Tabel IV.3. Rekap perhitungan hambatan kapal

Resistance and Power Summary		
R_f	62.18	kN
R_w	62.13	kN
R_a	48.09	kN
R_T	172.237	kN
EHP	950.99	HP
DHP	1476.80	HP
BHP	1742.63	HP

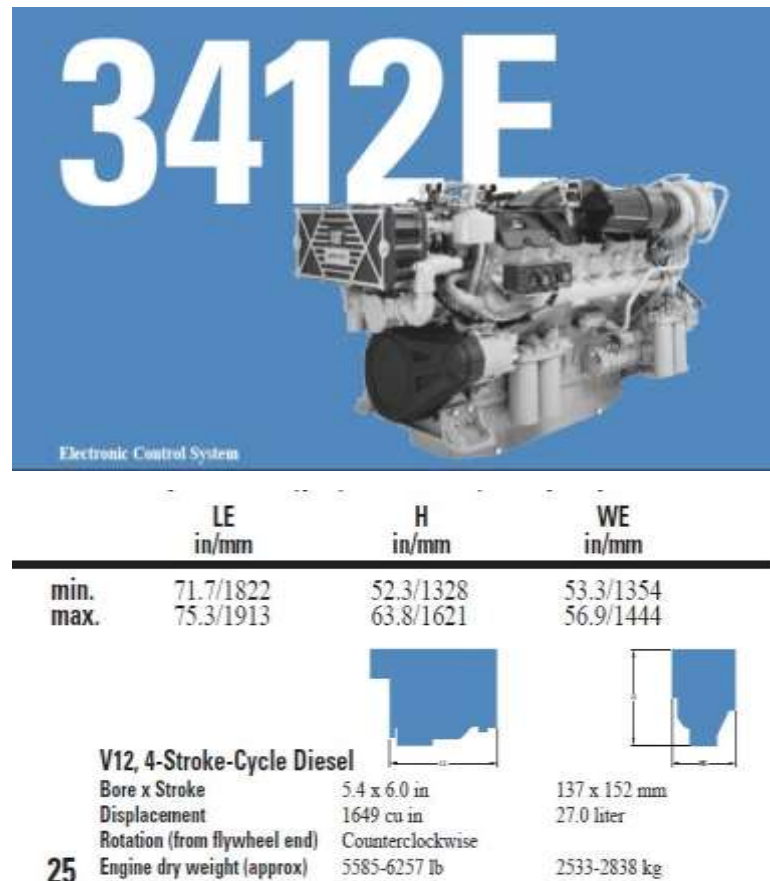
Dari perhitungan tersebut diperoleh BHP sebesar 1742.63 HP, dimana nilai dari BHP ini yang akan dijadikan acuan untuk menentukan mesin yang akan digunakan, karena SPB ini menggunakan *twin screw*, maka nilai dari BHP itu akan dibagi menjadi dua sehingga diperoleh, 871.31 HP, nilai ini yang dijadikan pedoman dalam pemilihan mesin, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

- Penentuan Mesin

Penentuan mesin didasarkan pada nilai BHP yang diperoleh dari perhitungan, sedangkan jenis mesinya berdasarkan katalog-katalog mesin perkapalan, berikut merupakan mesin yang akan digunakan oleh SPB ini:

Tabel IV.4. Spesifikasi Mesin

Merek Mesin	=	Caterpillar		
Type Mesin	=	3412E		
Daya Mesin	=	671 kW	900 HP	
RPM	=	1800 rpm		
Diameter Silinder	=	137 mm		
Piston Stroke	=	152 mm		
Silinder	=	-		
Berat Mesin	=	2533 kg	2.533 ton	
Panjang	=	1997 mm		
Lebar	=	1413 mm		
Tinggi	=	1378 mm		



Gambar IV.3. Spesifikasi Mesin

Pada Tabel IV.4 spesifikasi dari mesin yang digunakan sudah memenuhi kebutuhan daya mesin dari SPB ini, untuk detail spesifikasinya dapat dilihat pada Gambar IV.3. Spesifikasi Mesin

IV.4.2. Perhitungan LWT & DWT

Untuk menghitung displasmen pada kapal dilakukan perhitungan terhadap LWT dan DWT, dimana untuk LWT terdiri dari beberapa komponen yaitu berat baja kapal, berat peralatan, berat permesinan, berat mesin cadangan, sedangkan untuk DWT terdiri dari *payload*, berat bahan bakar dan pelumas, berat air tawar, berat *provision*, serta berat orang dan bawaan, nantinya untuk memperoleh displasmennya jumlah dari seluruh komponen LWT akan dijumlahkan dengan jumlah seluruh komponen DWT, lalu nantinya nilai dari jumlah tersebut akan dibandingkan dengan displasmen awal kapal, dimana untuk kriteria displasmennya memenuhi margin apabila nilainya berada diantara 2%-10%, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran, berikut merupakan rekap hasil perhitungan.

$$\begin{aligned}
 \text{LWT} &= \text{berat baja} + \text{berat } equipment \text{ and outfitting} + \text{berat instalasi permesinan} \\
 &= 336.92 \text{ ton} + 131.27 \text{ ton} + 162.15
 \end{aligned}$$

$$= 630.34 \text{ ton}$$

DWT = *payload* + berat bahan bakar + berat minyak pelumas + berat air tawar + berat provision

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= 856.23 + 4.92 + 0.086 + 5.36 + 0.05 + 1.33 \\ &= 855.7 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Berat total} = 1524.47 \text{ ton}$$

Lalu hasil dari berat total dibandingkan dengan *displacement(design)* yaitu 1585.87:

$((1586.87-1547)/1586.87)*100\%$ diperoleh persentase sebesar 3.87%, dimana batasan untuk margin *displacement* berada diantara 2%-10%, sehingga kriteria untuk *displasemen* dapat terpenuhi.

Tabel IV.5. Tabel Hasil Perhitungan Berat

No	Item	Weight (ton)
<i>Displacement (Design)</i>		
1	<i>Displacement</i>	1585.87
<i>Light Weight Tonnage</i>		
1	Berat Baja Kapal	336.92
2	Berat E&O	131.27
3	Berat Instalasi Permesinan	162.15
<i>Dead Weight Tonnage</i>		
1	Payload	856.23
2	Berat Bahan Bakar	4.92
3	Berat Minyak Pelumas	0.086
4	Berat Air Tawar	5.36
5	Berat Provision	0.05
6	Berat Orang dan Bawaan	1.33
LWT + DWT		1524.47
<i>Displacement (Design)</i>		1585.87
Margin		61.4 (3.87%)

Dari Tabel IV.5 yang merupakan hasil perhitungan dari DWT dan LWT diperoleh Hasil penjumlahan antara LWT dan DWT sebesar **1524.47** ton dan nilai dari *Displacement* sebesar **1585.87** ton sehingga diperoleh selisih sebesar **1585.87** ton dan bila dipersentasekan bernilai sebesar **3.87%**, sehingga untuk nilai displasemennya dikatakan memmenuhi karena tidak melebihi margin yang diijinkan atau sebesar 150.603 ton atau sebesar 10%, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran tugas akhir.

IV.4.3. Perencanaan Ruang Muat

Merupakan perhitungan volume semua ruangan yang terletak di bawah geladak kapal ditambah dengan volume ruangan tertutup yang terletak di atas geladak ditambah dengan isi ruangan beserta semua ruangan tertutup yang terletak di atas geladak paling atas (*superstructure*). Hal hal yang diperhitungkan dalam perencanaan ruang muat ini antara lain, dimensi ruang muat kapal, perencanaan tangki, perencanaan struktur dasar kapal, yang direkap sebagai berikut:

Jarak Gading

$$\begin{aligned}\text{Asumsi Jarak gading} &= 2,5L + 410 \text{ mm} \\ &= 547.25 \text{ mm} \\ \text{Diambil} &= 600 \text{ mm} \quad ; \text{ Referensi BKI 2006} \\ \text{Jumlah gading Total} &= 92\end{aligned}$$

1. Kamar Mesin

$$\begin{aligned}\text{Lkm} &= \text{Lme} + \text{Lae} + \text{Koreksi} \\ \text{Koreksi kamar mesin} &= 3 \text{ m} \\ \text{Lkm} &= 7.8 \text{ m} \\ \text{Lebar (B)} &= 15.25 \text{ m} \\ \text{Tinggi (H)} &= 3.05 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 362.7975 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Ceruk buritan

$$\begin{aligned}\text{Jarak dari AP} &= 2.4 \text{ m} \\ \text{Lebar (B)} &= 15.25 \text{ m} \\ \text{Tinggi (H)} &= 1.525 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 55.815 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Sekat tubrukan

$$\begin{aligned}\text{Jarak dari FP} &= 2.745 \text{ m} \quad ; \text{diambil } 0,08L \\ \text{Panjang Sekat} &= 2.745 \text{ m} \\ \text{Lebar (B)} &= 15.25 \text{ m} \\ \text{Tinggi (H)} &= 3.05 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 127.6768125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4. Perencanaan ruang muat

$$\begin{aligned}\text{Volume ruang yang dibutuhkan} &= 941.6 \text{ m}^3 \\ \text{Lebar (B)} &= 13.25 \text{ m}\end{aligned}$$

Tinggi (H)	=	2.29	m
Panjang Ruang muat yang dibutuhkan	=	31.032	m
Panjang Ruang muat tersedia	=	32.46	m
Ruang muat total tersedia	=	984.7658375	m ³
Persentase Terhadap kebutuhan	=	105%	
Perencanaan Tanki Air Bersih			
Kebutuhan Air Bersih	=	5.36	Ton
Volume kebutuhan Air Bersih	=	5.358	m ³
Tinggi	=	0.75	m
Lebar	=	2.977	m
Panjang	=	2.4	m
a)	Perencanaan Dimensi Tangki BB		
Kebutuhan Bahan Bakar (MFO)	=	3.18	Ton
Volume Kebutuhan BB	=	3.744	m ³
Koreksi ekspansi	=	3.298	m ³
Volume Total Bahan Bakar	=	7.042	m ³
Tinggi	=	0.75	m
Lebar (Starboardside)	=	2.975	m
Lebar (Portside)	=	2.975	m
Panjang	=	1.678	m
b)	Perencanaan Dimensi Tangki Diesel Oil		
Kebutuhan BB (Diesel Oil)	=	1.740	Ton
Volume Diesel Oil	=	2.047	m ³
Koreksi Ekspansi	=	0.082	m ³
Volume Total Diesel Oil	=	2.129	m ³
Tinggi	=	0.75	m
Lebar (Starboardside)	=	2.975	m
Lebar (Portside)	=	2.975	m
Panjang	=	0.92	m
c)	Perencanaan Dimensi Tangki Lub Oil		
Kebutuhan Lub Oil	=	0.086	Ton
Volume Lub Oil	=	0.093	m ³
Koreksi ekspansi	=	0.004	m ³

	Volume Total Lub Oil	=	0.097	m ³
	Tinggi	=	0.75	m
	Lebar	=	0.5	m
	Panjang	=	0.259	m
d)	Perencanaan Dirty Water Tank			
	Volume dirty water tank	=	5.358	m ³
	Tinggi	=	1	
	Lebar	=	4.465	
	Panjang	=	1.2	
e)	Perencanaan Dirty Oil Tank			
	Volume dirty oil tank	=	5.885	m ³
	Tinggi	=	1	
	Lebar	=	4.904	
	Panjang	=	1.2	
7. Perencanaan Akomodasi				
1)	Forecastle			
	Panjang	=	5.40	m
	Lebar	=	15.25	m
	Tinggi	=	2.5	m
	Luas Transversal	=	38.125	m ²
	Volume	=	205.875	m ³
2)	Deck House at Main Deck			
	Panjang (Ldh)	=	10.2	m
	Lebar (Bdh)	=	15.25	m
	Tinggi (Asumsi)	=	2.5	m
	Luas Transversal	=	38.125	m ²
	Volume	=	388.875	m ³
3)	Second deck house			
	Panjang (Lsd)	=	8.5	m
	Lebar (Bsd)	=	15.25	m
	Tinggi (Asumsi)	=	2.5	m
	Luas Transversal	=	38.125	m ²
	Volume	=	324.0625	m ³

4) Wheel House

Panjang (Lwh)	=	7.8	m
Lebar (Bwh)	=	15.25	m
Tinggi	=	2.5	m
Luas Transversal	=	38.125	m ²
Volume	=	297.375	m ³

9. Double Bottom

Tinggi double bottom (Hdb)	=	32B + 190 \sqrt{T}	mm
	=	763.3361582	mm
	=	0.76	m
Panjang double bottom	=	32.455	m
Lebar (Bdb)	=	15.25	m
Volume	=	376.153	m ³

Tabel IV.6. Tabel Perencanaan Ruang Muat

Tonnage Summary			
No	Item	Dimension	Unit
Struktur Dasar			
1	Jarak gading	600	mm
2	Double Bottom	750	mm
Kamar mesin			
3	Panjang	7.8	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	3.05	m
Ceruk buritan			
4	Panjang	2.4	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	1.525	m
Sekat Tubrukan			
5	Panjang	2.745	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	3.05	m
Ruang Muat			
6	Panjang	37.8	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	2.29	m
Tangki Fresh Water			

Tonnage Summary			
No	Item	Dimension	Unit
Tangki Bahan Bakar			
8	Panjang	1.678	m
	Lebar	2.975	m
	Tinggi	0.75	m
Tangki Bahan Bakar Diesel			
8	Panjang	0.917634064	m
	Lebar	2.975	m
	Tinggi	0.75	m
Forecastle			
10	Panjang	5.40	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	2.5	m
Main Deck			
11	Panjang	10.2	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	2.5	m
Second Deck			
12	Panjang	8.5	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	2.5	m
Wheelhouse			

7	Panjang	2.4	m
	Lebar	2.977	m
	Tinggi	0.75	m

13	Panjang	7.8	m
	Lebar	15.25	m
	Tinggi	2.5	m

$$\begin{aligned}
 \text{Gross Tonnage} &= V \cdot K1 \\
 \text{Total Enclosed Space} &= 3123.396 \text{ m}^3 \\
 K1 &= 0.270 \quad ; 0,2 + 0,02 \cdot \log_{10}(V) \\
 \text{Gross Tonnage} &= 843
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan ini diperoleh *gross tonnage* kapal sebesar **956 GT**, besaran dari *gross tonnage* ini nantinya digunakan untuk menentukan menentukan berapa banyak jumlah crew dalam kapal sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 25 Tahun 2015, mengenai standar keselamatan transportasi sungai, danau, dan penyebrangan, untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

IV.4.4. Perhitungan Titik Berat

Dalam perhitungan titik berat, yang dihitung merupakan titik berat dari komponen-komponen yang terdapat dalam LWT dan DWT, semisal titik berat baja kapal untuk LWT, dan titik berat payload untuk DWT berikut merupakan rekapitulasi perhitungan:

Tabel IV.7. Tabel Rekapitulasi Perhitungan Titik Berat

Rekapitulasi Titik Berat				
No	Item	Result	Unit	Keterangan
LWT				
Titik Berat Baja Kapal				
1	Berat	406.42	ton	
	KG	2.34	m	
	LCG	-25.63	m	dari FP
Titik Berat Permesinan				
2	Berat	162.15	ton	
	KG	1.56	m	
	LCG	-33.75	m	dari FP
Titik Berat E&O				
3	Berat	174.56	ton	
	KG	4.59	m	
	LCG	-17.86	m	dari FP

Rekapitulasi Titik Berat				
No	Item	Result	Unit	Keterangan
DWT				
Titik Berat Consumable				
4	Berat	9.96	ton	
	KG	2.10	m	
	LCG	-1.21	m	dari FP
Titik Berat Payload				
5	Berat	672.75	ton	
	KG	3.44	m	
	LCG	-26.30	m	dari FP

$$KG_{tot} = \frac{(LWT \times KG_{LWT}) + (DWT \times KG_{DWT})}{(LWT + DWT)}$$

$$= \frac{(651.98 \times 2.6) + (853.96 \times 3.412)}{(651.98 + 853.96)}$$

$$= 3.114 \text{ m}$$

$$LCG_{tot} = \frac{(LWT \times LCG_{LWT}) + (DWT \times LCG_{DWT})}{(LWT + DWT)}$$

$$= \frac{(651.98 \times 28.80257) + (853.96 \times 28.89)}{(651.98 + 853.96)}$$

$$= -27.901 \text{ m dari FP}$$

Dari Tabel IV.7 dapat dilihat hasil perhitungan titik berat horizontal LCG dan titik berat vertikal KG dari masing-masing komponen, setelah semua nilai diperoleh lalu dilakukan kalkulasi dari hasil perhitunga titik berat tersebut untuk memperoleh titik berat total, dari hasil kalkulasi diperoleh nilai titik berat horzontal (LCG) sebesar **-27.901 m** dari FP dan titik berat vertikal (KG) **3.114m**. Untuk detail perhitungan titik berat dapat dilihat pada lampiran.

IV.4.5. Perhitungan *Freeboard*

Untuk perhitungan *freeboard* standar yang digunakan ialah *International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988*, komponenen yang dihitung diantaranya koreksi freeboard standar, yang disesuaikan dengan tipe kapal, dimana tipe kapalnya ialah tipe kapal, lalu koreksi bangunan atas, koreksi *sheer*, koreksi *coefficient block*, dan lainnya, untuk rekapitulasi dapat dilihat pada Tabel IV.9.

➤ *Correction for ship under 100 m in length*

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100$ m dan mempunyai superstructure tertutup dengan panjang efektif mencapai 35%L

$$Fb1 = 7.5 (100-L)(0.35 - E/L)$$

$$E = \text{Total panjang efektif superstructure} = 5.40 \text{ m}$$

$$35\%L = 18.135936 \text{ m}$$

$$= E < 35\% L, \text{ tidak ada koreksi}$$

$$\text{Koreksi} = 88.82074234 \text{ mm}$$

$$Fb1 = 0 \text{ mm}$$

➤ Koreksi Cb

Jika $Cb > 0,68$:

$$Fb2 = Fb \cdot [(Cb+0.68)/1.36]$$

$$\text{Koreksi} = 101.883 \text{ mm}$$

$$Fb2 = 101.883 \text{ mm}$$

➤ Koreksi Tinggi

Koreksi dilakukan apabila $D > L/15$

$$Fb3 = R (D-L/15)$$

$$R = L/0,48 \quad \text{Untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \text{Untuk } L > 120 \text{ m}$$

$$L/15 = 3.454 \text{ m}$$

$$D = 3.05 \text{ m}$$

Maka , tidak koreksi

$$Fb3 = 0.000$$

➤ Koreksi Bangunan Atas

Koreksi Bangunan atas

$$\text{Bila } h < h_s, \text{ maka } l_s = (h/h_s) \cdot l$$

$$\text{Bila } h > h_s, \text{ maka } l_s = 5.4 \text{ l}$$

$$h = \text{Tinggi bangunan atas} = 2.5 \text{ m}$$

$$h_s = \text{Tinggi standar bangunan atas} = 1.8 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang bangunan atas} = 5.40 \text{ m}$$

$$l_s = \text{Panjang superstructure efektif} = 5.40 \text{ m}$$

$$E = 5.40 \text{ m}$$

$$x.L = 0.1 \text{ L}$$

Bila E berada diantaranya maka harga E diperoleh dengan interpolasi linier

$$\%Fb4 = 7\%$$

$$Fb4 = -29.0174976 \text{ mm}$$

➤ Koreksi *Sheer*

Bila kapal menggunakan sheer standart, maka tidak ada koreksi sheer.

➤ Koreksi *Bow Height*

Correction of minimum bow height

Kapal SPWB tidak menggunakan bow, maka

$$Fb6 = 0 \text{ m}$$

➤ Pengurangan *Freeboard* Akibat Tutup palkah

tabel pengurangan freeboard menurut KM no. 3 tahun 2005

Tabel IV.8 pengurangan freeboard menurut KM no. 3 tahun 2005

panjang kapal (L)	Pengurangan Fb (cm)
0	4
100	4
110	5
120	8
130	12
365	12

karena panjang kapal berada diantara 0-100 meter, maka nilai pengurangan freeboard dapat dicari melalui interpolasi

Pengurangan : 4 cm

Tabel IV.9. Tabel Rekapitulasi Perhitungan *Freeboard*

Rekapitulasi Freeboard			
No	Item	Result	Unit
1	Tipe Kapal	Tipe A	
2	Freeboard Standard	415	mm
Koreksi-Koreksi			
3	Koreksi kapal ukuran < 100 m	0.00	mm
	Koreksi Cb	101.88	mm
	Koreksi Tinggi	0.00	mm
	Koreksi Bangunan Atas	-29.07	mm
	Koreksi Sheer	0	mm
	Koreksi <i>minimum bow height</i>	0.00	mm
	Pengurangan <i>freeboard</i> akibat tutup palkah	-40	mm
	Freeboard Total	447.40	mm
	Actual Freeboard	950.00	mm
	Remark	OK	

Pada Tabel IV.9 disebutkan bahwa hasilnya memenuhi, dalam perhitungan *freeboard*, kapal dikatakan memenuhi standar yang ditetapkan apabila nilai dari *freeboard* aktualnya lebih besar dari *freeboard* standar + koreksinya, seperti yang dapat dilihat pada Tabel V-8 bahwa nilai *freeboard* aktualnya sebesar **950** mm hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dan *freeboard* totalnya sebesar **447.40** mm sehingga nilai *freeboard* aktualnya lebih besar dari *freeboard* totalnya, sehingga kriteria *freeboard* dikatakan memenuhi, untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

IV.4.6. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal atau benda apung untuk kembali ke kondisi awal, setelah diberikan gaya atau gangguan, sehingga perhitungan stabilitas merupakan salah satu komponen yang paling penting dalam proses teknis perancangan kapal. Pemeriksaan kondisi dilakukan guna mengetahui karakteristik kapal untuk setiap kondisi pemutan yang berbeda (*loadcase*). Dalam perhitungan stabilitas ini digunakan *software* Maxsurf *Stability*, guna mengetahui kondisi stabilitas kapal, dimana dalam penghitungannya terdapat beberapa variasi pemuatan (*loadcase*) meningat kapal berlayar tidak selalu dalam kondisi muatan ataupun tangki- tangki kebutuhan dalam kondisi penuh.

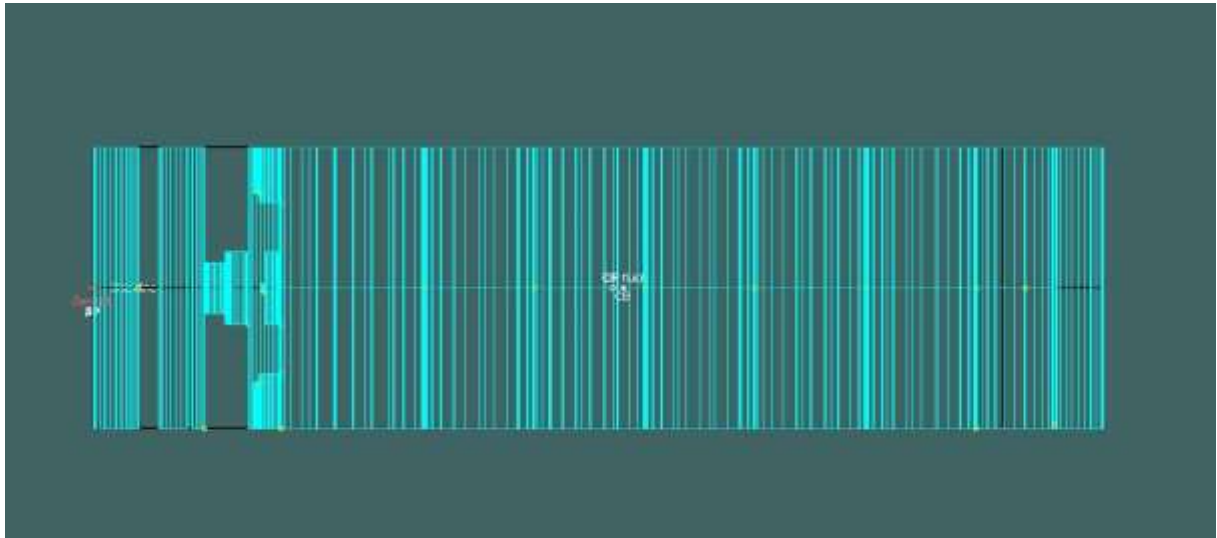
Terdapat sembilan jenis variasi *loadcase* yang digunakan diantaranya:

- *Loadcase 1* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 2* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 3* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)
- *Loadcase 4* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 5* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 6* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)
- *Loadcase 7* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 8* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 9* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)

Berikut ini merupakan langkah pengerjaannya :

- Membuka *file* model kapal yang telah dibuat sebelumnya menggunakan Maxsurf Modeler

- Setelah model kapal berhasil di *load*, dilakukan perencanaan tata letak tangki sesuai dengan *general arrangement*



Gambar IV.4. Proses Penataan Posisi Tangki

- Setelah menentukan posisi masing-masing tangki selanjutnya dilakukan penentuan massa jenis dari isi tangki penentuan dapat disesuaikan dengan tabel massa jenis yang terdapat pada *software* dan juga ditambahkan sendiri dengan memilih massa jenis custom.

Density							
	Fluid	Code	Specific gravity	Density tonne/m ³	Density bbls/t	API Gravity	Co
1	Sea Water	S	1.0250	1.0250	6.1364		
2	Water Ballast	B	1.0250	1.0250	6.1364		
3	Fresh Water	W	1.0000	1.0000	6.2898		
4	Diesel	D	0.8400	0.8400	7.4879	36.95	
5	Fuel Oil	F	0.9443	0.9443	6.6608	18.35	
6	Lube Oil	L	0.9200	0.9200	6.8368	22.30	
7	ANS Crude	C	0.8883	0.8883	7.0807	27.79	
8	DMA (ISO 8217)	DMA	0.8900	0.8900	7.0672	27.49	
9	DMB (ISO 8217)	DMB	0.9000	0.9000	6.9887	25.72	
10	DMC (ISO 8217)	DMC	0.9200	0.9200	6.8368	22.30	
11	Gasoline leaded	G	0.7499	0.7499	8.3875	57.19	
12	Unlead. Gas.	U	0.7499	0.7499	8.3875	57.19	
13	JFA	J	0.8203	0.8203	7.6677	41.00	
14	MTBE	M	0.7471	0.7471	8.4190	57.90	
15	Gasoil	GO	0.8524	0.8524	7.3789	34.50	
16	Slops	SL	0.9130	0.9130	6.8892	23.48	
17	Custom 1	C1	0.5581	0.5581	11.2697	122.03	
18	Custom 2	C2	1.0000	1.0000	6.2898	10.00	

Gambar IV.5. Data Massa Jenis

- Setelah semua data diisi, dilanjutkan dengan penentuan *loadcase* dimana pada penentuan *loadcase* ini, dapat ditentukan banyak muatan yang terdapat pada masing-masing tangki.
- Setelah itu dipilih kriteria stabilitasnya lalu pengecekan stabilitas dapat dijalankan.
- Bila semua data yang diperlukan telah dimasukan akan diperoleh hasil sesuai dengan kriteria, dimana kapal dikatakan memenuhi stabilitas bila nilai yang diperoleh lebih besar dari standar kriteria yang ditentukan, adapun kriterianya:
 - Ketika lengan pengembali GZ pada sudut oleng $>30^\circ$, luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $0^\circ - 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,055 m.rad atau 3,151 m.deg.

$$(\theta > 30^\circ, e_{0^\circ - 30^\circ} \geq 3,151 \text{ m.deg})$$
 - Luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $30^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad atau 1,719 m.deg.

$$(e_{30^\circ - 40^\circ} \geq 1,719 \text{ m.deg})$$
 - Lengan pengembali GZ pada sudut oleng $\geq 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.200 m.

$$(GZ_{30^\circ} \text{ atau lebih} \geq 0,2 \text{ m})$$
 - Lengan pengembali(*GZcurve*) maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya tidak boleh kurang dari 25° .

$$(\theta_{Maks} \geq 25^\circ)$$
 - Tinggi titik metacenter awal (*GMo*) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

$$(GM^\circ \geq 0,15 \text{ m})$$
 - Luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $0^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,090 m.rad 5,157 m.deg

$$(e_{0^\circ - 40^\circ} \geq 5,157 \text{ m.deg})$$

	Criteria	Value	Units	Actual	Status
43	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
44	first downflooding angle	n/a	deg		
45	lower heel angle	15.0	deg		
46	required GZ area at lower heel angle	4.0107	m.deg		
47	higher heel angle	30.0	deg		
48	required GZ area at higher heel angle	3.1513	m.deg		
49	shall not be less than (\geq)	3.1513	m.deg	64.1718	Pass
50					
51	2.3.3.3: Area 30 to 40				Pass
52	from the greater of				
53	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
54	to the lesser of				
55	spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
56	first downflooding angle	n/a	deg		
57	angle of vanishing stability	94.9	deg		
58	shall not be less than (\geq)	1.7189	m.deg	30.2038	Pass
59					
60	2.3.3.4: Max GZ at 30 or greater				Pass
61	in the range from the greater of				
62	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
63	to the lesser of				
64	spec. heel angle	90.0	deg	90.0	
65	angle of max. GZ	28.8	deg		
66	shall not be less than (\geq)	0.200	m	3.074	Pass
67	intermediate values				
68	angle at which this GZ occurs		deg	30.0	
69					
70	2.3.3.5: Angle of maximum GZ				Pass
71	shall not be less than (\geq)	15.0	deg	28.8	Pass
72					
73	2.3.3.6: Initial GMt				Pass
74	spec. heel angle	0.0	deg		
75	shall not be less than (\geq)	0.150	m	10.937	Pass

Gambar IV.6. Contoh Lembar Hasil yang Diperoleh pada Salah Satu *Loadcase*

Berikut ini merupakan rekapitulasi dari hasil perhitungan stabilitas menggunakan *software* Maxsurf Stabiity:

Tabel IV.10. Rekapitulasi Pengecekan Stabilitas

Data	Loadcase 1	Loadcase 2	Loadcase 3	Loadcase 4	Loadcase 5	Loadcase 6	Loadcase 7	Loadcase 8	Loadcase 9	Criteria Intact Stability	Kondisi
$e_{0-30^{\circ}}$ (m.deg)	29.5175	29.5257	29.6769	30.4415	30.3967	30.5262	63.8818	63.8885	64.1084	≥ 3.1513	DITERIMA
$e_{0-40^{\circ}}$ (m.deg)	43.6899	43.7193	43.9381	44.1222	44.0672	44.2462	93.9874	94.0082	94.3145	≥ 5.1566	DITERIMA
$e_{30-40^{\circ}}$ (m.deg)	14.1724	14.1936	14.2612	13.6807	13.6705	13.72	30.1056	30.1197	30.2061	≥ 1.7189	DITERIMA
$h_{30^{\circ}}$ (m.deg)	1.452	1.453	1.46	1.415	1.413	1.418	3.065	3.065	3.074	≥ 0.2	DITERIMA
θ_{max} (deg)	28.8	28.8	28.8	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.8	≥ 25	DITERIMA
GM_0 (m)	6.972	6.897	6.891	6.742	6.687	6.703	10.886	10.832	10.868	≥ 0.15	DITERIMA

IV.4.7. Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan untuk mengetahui apakah kapal mengalami trim buritan atau trim haluan, dimana kondisi kapal akan berubah secara otomatis akibat perubahan kondisi pemuatan Tabel IV.11 merupakan rekapitulasi perhitungan trim, menggunakan metode yang sudah dijelaskan pada metodologi penelitian. Pemeriksaan trim ini mengacu pada SOLAS Reg. II/7, dimana kondisi trim maksimum yang diperbolehkan adalah 0.5% Lpp. Berikut merupakan proses penghitungan trim menggunakan metode Parsons

$$\begin{aligned} \text{KB/T} &= 0.9-0.3C_m-0.1C_b \\ &= 0.51 \\ \text{KB} &= \text{KB/T} \times T \\ &= 1.08 \\ \text{C1} &= 0.1216C_w - 0.041 \\ &= 0.08 \\ \text{IT} &= C1 \times L_{pp} \times B3 \\ &= 15693.40 \\ \text{BMT} &= \text{IT}/v \\ &= 10.14 \\ \text{CIL} &= 0.35C_w^2 - 0.405C_w + 0.146 \\ &= 0.09 \\ \text{IL} &= \text{CIL} \times B \times L_{pp}^3 \\ &= 229629.81 \\ \text{BML} &= \text{IL} / V \\ &= 148.42 \\ \text{GML} &= \text{BML} + \text{KB} - \text{KG} \\ &= 146.38 \\ \text{Trim} &= T_a - T_f \\ &= (\text{LCG} - \text{LCB}) \times L / \text{GML} \\ &= 0.229 \\ \text{Kondisi} &= \text{trim buritan} \\ \text{Persentase} &= 0.42\% \end{aligned}$$

Tabel IV.11. Rekapitulasi Perhitungan Trim

Trim Summary		
No	Item	Result
1	KB/T	0.51
2	KB/T	1.08
3	C1	0.08
4	IT	15693.40
5	BMT	10.14
6	CIL	0.09
7	IL	229629.81
8	BML	148.42
9	GML	146.38
10	Trim	0.229

Pada Tabel IV.10 diperoleh nilai trim sebesar 0.229 yang merupakan trim buritan, dimana hasil bila mengacu pada kriteria SOLAS Reg. II/7 dimana trim yang diijinkan sebesar 0.5% Lwl atau sebesar 0.229 m, perhitungan pemenuhan *trim* dapat terpenuhi.

IV.5. Pembuatan Rencana Umum

Setelah rencana garis diperoleh, dimana sepereti yang telah disebutkan sebelumnya rencana garis diperoleh dari data perusahaan, langkah selanjutnya ialah membuat rencana umum, rencana umum berisi pengaturan pelatakan ruangan, perlengkapan dan peralatan, serta pembagian sekat. Berikut ini merupakan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan ruang muat.

1) Ruang Muat

Self Propelled Barge (SPB) pengangkut ikan ini memiliki ruang muat untuk mengangkut ikan sepanjang 37.8 meter dengan lebar 15.25 meter (selebar kapal) dan tinggi 2.24 meter, dengan total volume sebesar 1320.071 m³. Terdapat masing-masing enam buah tangki muat ikan dan air di *portside* dan *statboard*. Berjarak 2.7 meter dibelakang *forepeak* terdapat ruang yang memuat air untuk keperluan filtrasi air pada tangki muat dengan panjang 4.2 meter dan lebar masing-masing 7.625 meter.

2) Sistem propulsi

Self Propelled Barge (SPB) yang merupakan hasil dari konveris barge yang berbentuk kotak, dimana pada umumnya barge ataupun SPB memiliki nilai CB yang lebih besar diantara tipe kapal yang lain berkisar antara 0.8 sampai dengan

1.0, selain itu umumnya SPB dan *barge* memiliki draft yang rendah, sehingga diperlukan sistem propulsi khusus juga, yang digunakan pada SPB ini ialah sistem propulsi *Z-drive system*. *Z-drive system* sendiri merupakan sistem propulsi yang memiliki pola instalasi berbentuk alfabet "Z", dimana mesin penggerak dan propeller tidak berada dalam satu garis yang sama, sehingga dapat digunakan pada kapal yang memiliki *draft* yang rendah.

3) Peletakan Sekat

Terdapat 3 sekat pada SPB ini, yaitu sekat ceruk buritan yang terdapat di 0.6 meter dibelakang AP, lalu sekat kamar mesin yang terdapat di 7.8 meter didepan AP, dan yang terakhir adalah sekat tubrukan yang terdapat di 2.745 meter di belakang FP.

4) Perencanaan Ruangan

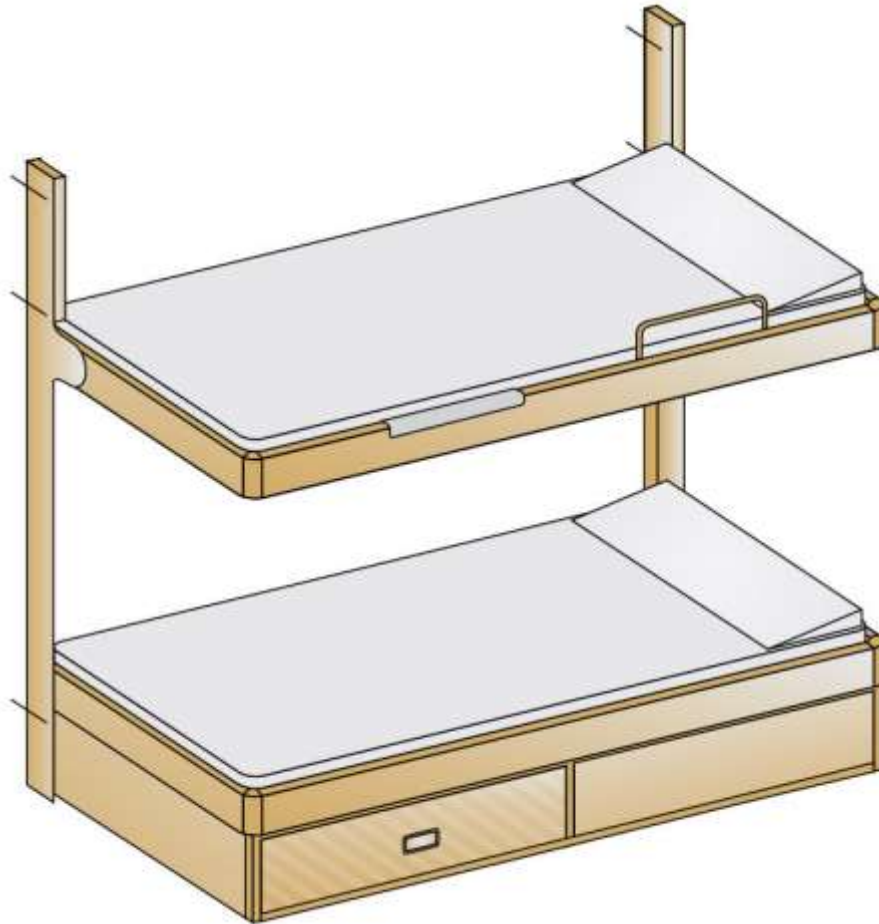
Jumlah *crew* yang direncanakan pada *Self Propelled Barge* ini adalah sejumlah 14 orang, yang mengacu kepada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia NO: PM 25 Tahun 2015, dimana disebutkan untuk kapal dengan jumlah *Gross Tonnage* 500-1500 GT jumlah *crew*-nya ialah 14 orang. Dimana telah diperoleh dari perhitungan *tonnage* bahwa jumlah GT SPB ini ialah 946 GT. Berikut merupakan jabatan serta pembagian ruangan dari masing-masing *crew*:

Tabel IV.12. *Crew List*

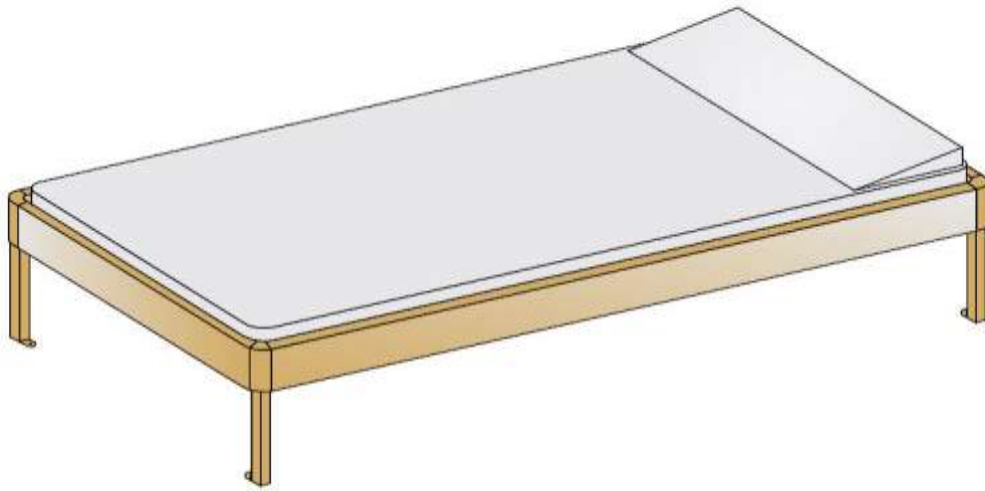
Asterik 1412: Crew List			
No	Ruang		Crew
	Main Deck		
1	Koki	=	1
2	Pelayan	=	1
3	Serang	=	1
4	Juru Mudi	=	3
	Deck A		
1	Kelasi	=	3
2	Operator Radio	=	1
3	Mualim II		1
4	Mualim III	=	1
	Deck B		
1	Nahkoda	=	1
2	Mualim I	=	1
	Total	=	14

Ruang tidur yang terdapat pada *main deck* dan *deck A* masing-masing diisi oleh 2 orang dan pada *deck B* masing-masing diisi oleh satu orang. Untuk ukuran *bunk*

bed atau kasur tingkat yang digunakan ialah 2000 mm x 1100 mm dan untuk *single bed* pada *deck B* juga digunakan ukuran 2000 mm x 1100 mm.



Gambar IV.7. Gambar ranjang susun
(sumber: www.nauticexpo.com)



Gambar IV.8. Gambar single bed
(sumber: www.nauticexpo.com)

Selain dilengkapi ranjang, setiap kamar juga dilengkapi dengan toilet dan closet, lemari penyimpanan. Diruang akomodasi selain ruang istirahat untuk setiap *crew*. Juga terdapat ruangan *galley*, *mesh room*, *laundry room*, *dry room*, *pray room*, *smoking room*, dan ruang perlengkapan untuk ikan. Untuk detail gambar rencana umum dapat dilihat pada lampiran.

5) Perencanaan Lampu Navigasi

Berdasarkan COLREG, untuk perencanaan lampu navigasi untuk *barge*, minimal memiliki lampu navigasi, al *towing light*, *side light*, *anchor light* dan *stern light*.

- *Side light*.

Side light terletak di bagian ujung tepi haluan, dengan terpasang pada kedua sisi kapal :

- Pada lambung sisi kanan berwarna hijau.
- Pada lambung sisi kiri berwarna merah.
- Bersudut $112,5^\circ$ dari sisi lambung ke arah luar.
- Dapat dilihat sejauh 2 mil dari depan kapal.

- *Anchor Light*

Anchor light terletak di bagian haluan kapal, dengan ketentuan sebagai berikut

- Jumlah 1 buah.
- Sudut 360° pada bidang horisontal.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 3 mil.

- *Stern Light*

Stern light terletak di bagian belakang kapal. Pada *barge* ini terpasang *stern light* tepat pada geladak *centerline* buritan.

- warna lampu putih berjumlah 1 buah.
- Sudut 135° pada bidang horisontal.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.

6) Penentuan Sistem keselamatan

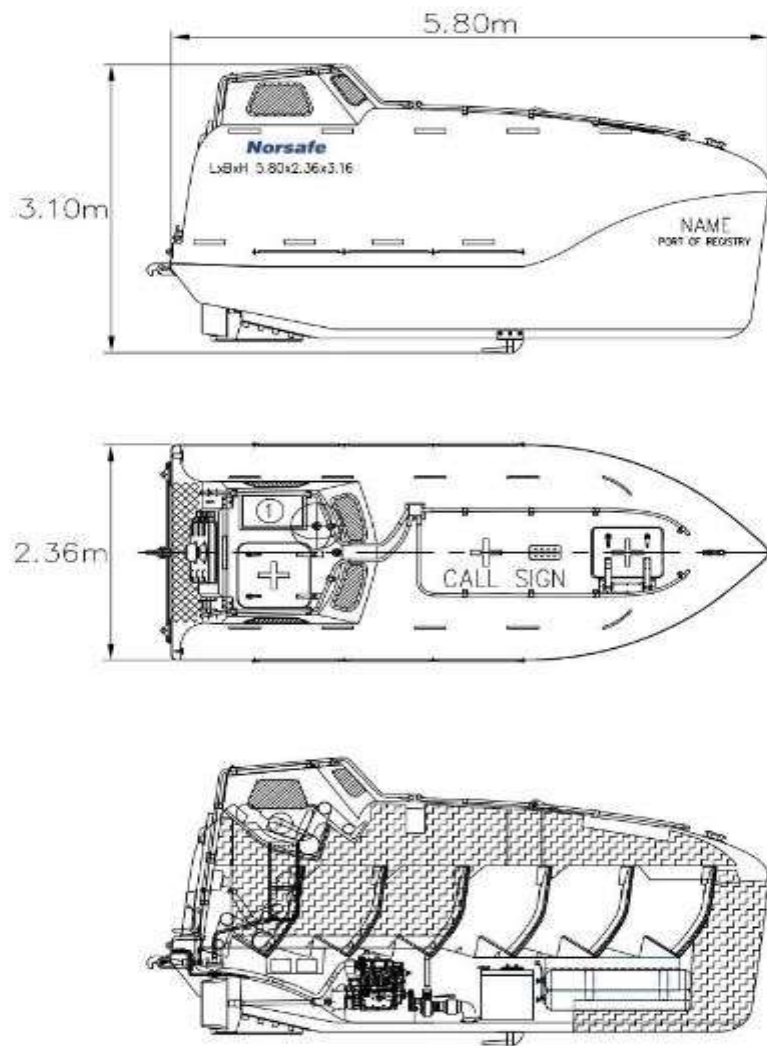
Berdasarkan *SOLAS 74/78*, terdapat beberapa alat keselamatan yang akan digunakan dalam perencanaan, diantaranya:

- *Free Fall Lifeboat*

Untuk *free fall lifeboat*, dalam perencanaan digunakan tipe yang seluruhnya tertutup (*Totally Enclosed Lifeboat*). Sekoci terletak pada *Top deck* dan dipasang pada posisi tengah-tengah. Jenis sekoci seperti pada Gambar V-8.

Data *Life Boat*:

- Type : Norsafe GES-18 MKII
- Dimensi : 5.8 x 2.36 x 3.1 m
- Kapasitas : 18 orang
- Berat kosong (saat tak terpakai) : 3265 kg
- Berat saat terpakai : 4750 kg



Gambar IV.9. Desain *free fall lifeboat*
(sumber: www.norsafe.com, 2017)

- Pelampung Penolong (*Lifebuoy*)

Adapun ketentuan-ketentuan dalam menentukan pelampung adalah sebagai berikut:

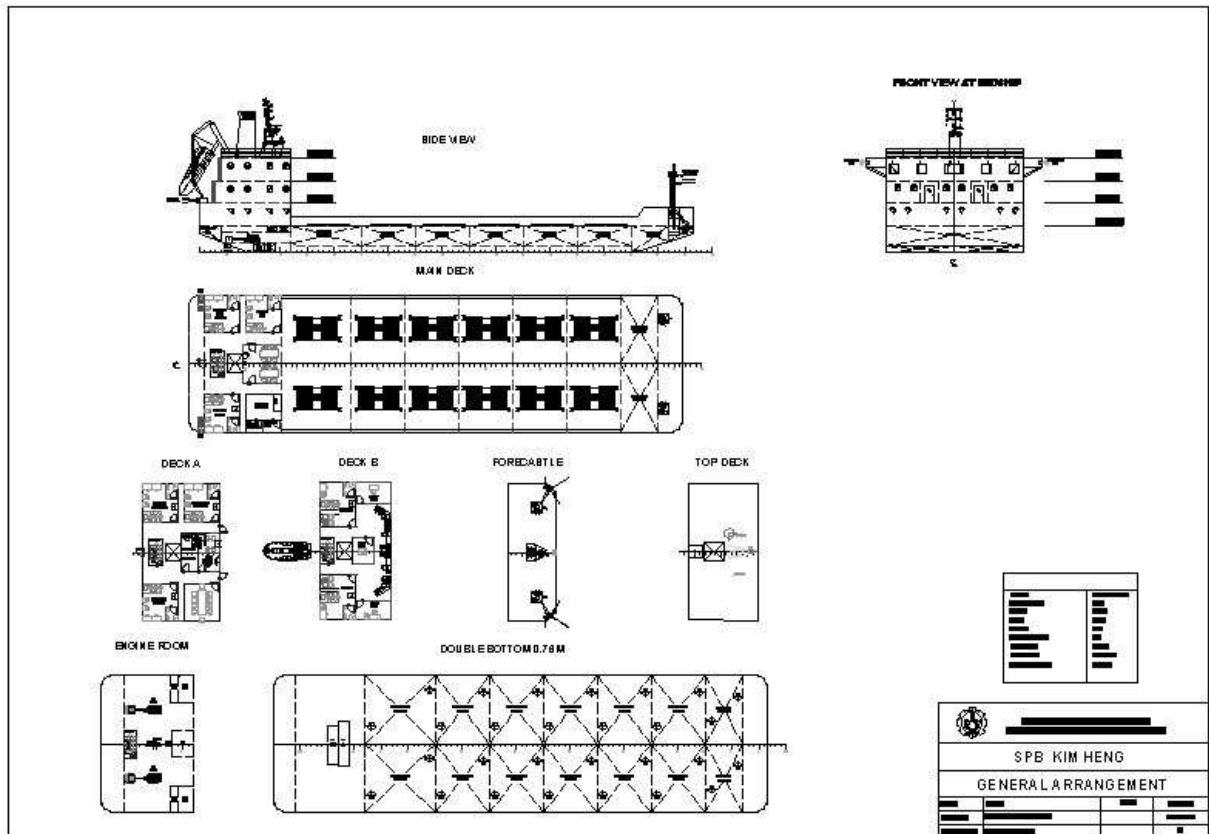
- Kapal dilengkapi dengan pelampung sebanyak 16 buah, 8 buah dilambung kanan dan 8 buah dilambung kiri.
- Warnanya cerah dan mudah dilihat, harus mampu menahan di air tawar selama 24 jam.
- Diletakkan pada dinding dan kubu-kubu serta dilengkapi tali.

- Dilengkapi dengan lampu yang bisa menyala secara otomatis jika jatuh ke laut pada malam hari.
 - Diletakan ditempat yang mudah dilihat dan dijangkau.
- Baju Penolong (*Life Jacket*)
Adapun ketentuan-ketentuan yang digunakan untuk menentukan baju penolong adalah sebagai berikut:
 - Setiap ABK dilengkapi dengan satu baju penolong.
 - Baju penolong disimpan di tiap lemari dari ABK
 - *Life jacket* harus mampu menahan dalam air tawar selama 24 jam, berat 7,5 kg besi.
 - Jumlah baju penolong = Jumlah ABK + 5%

$$= 14 + 1$$

$$= 15 \text{ buah}$$
 - Tanda- Tanda Bahaya dengan Sinyal atau Radio
Kapal dilengkapi dengan tanda bahaya. Untuk menunjukkan tanda bahaya bisa menggunakan sinyal ataupun radio. Tanda bahaya yang berupa sinyal seperti:
 - Lampu menyala
 - Asap
 - Roket
 - Lampu sorot
 - Cermin
 - Alat Pemadam Kebakaran
Alat pemadam kebakaran diletakkan di tempat-tempat yang memungkinkan terjadinya kebakaran, misalnya pada gang, kamar mesin ataupun dapur. Ada berbagai tipe, umumnya seperti yang ada di darat. Sistem pemadam kebakaran berupa foam. Sistem ini dibuat dalam tangki khusus foam dan pembuatannya dapat dilakukan di atas kapal. Selain itu terdapat juga sistem pemadam kebakaran berupa pompa air. Kecepatan dan tekanan pompa harus mampu mencapai deck teratas dan saluran selang terdapat pada tiap deck.

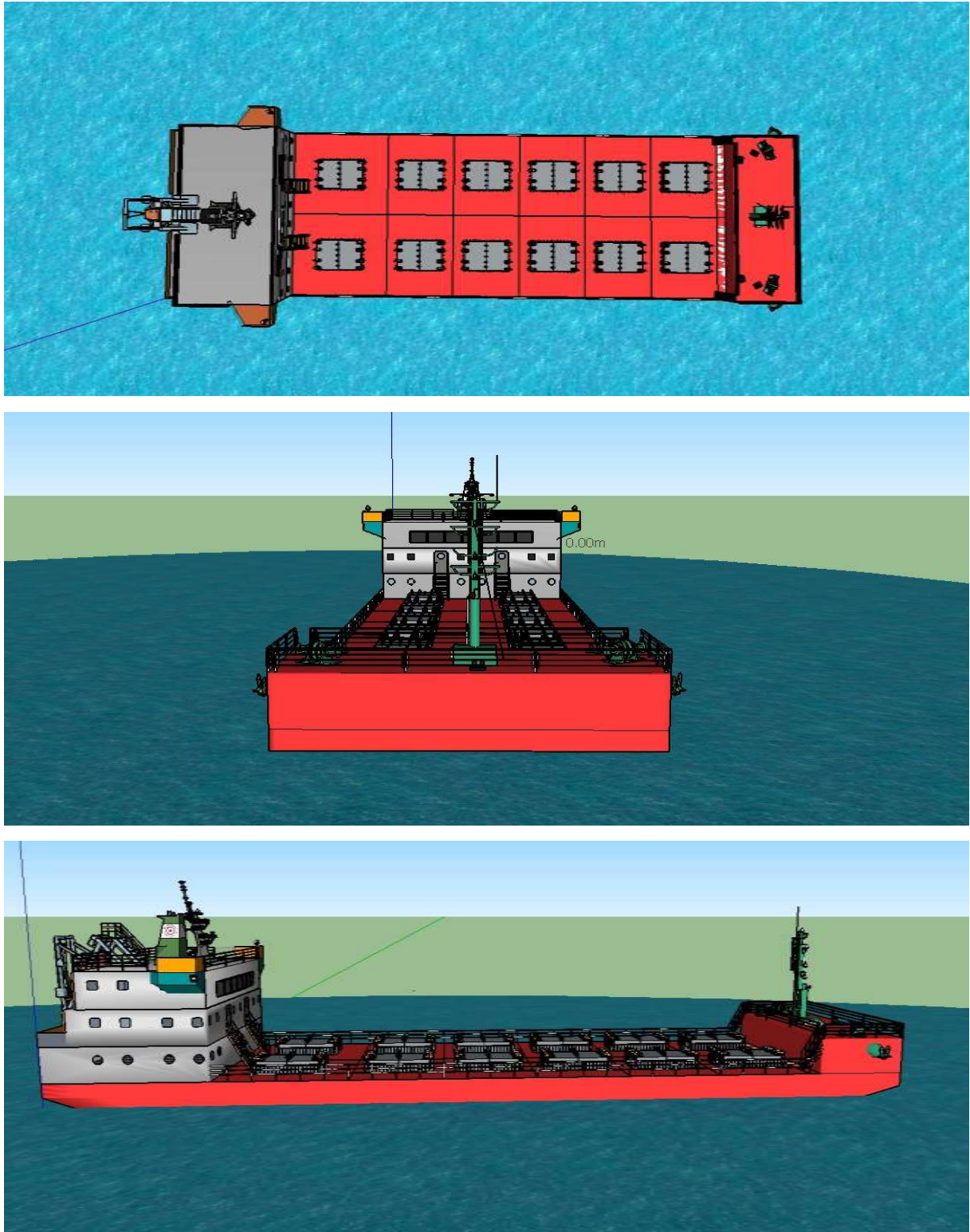
Berdasarkan perencanaan peletakan muatan, peletakan perlengkapan dan peralatan, pembagian sekat serta mempertimbangkan beberapa hal lainnya, maka didapatkan desain Rencana Umum akhir dari *Self-Propelled Barge*. Pada Gambar IV.10 dapat dilihat rencana umum dari SPB kim Heng, untuk gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran



Gambar IV.10 Rencana Umum *Self Propelled Barge* Kim Heng

IV.6. Permodelan 3D

Untuk melakukan proses permodel 3D hal pertama yang dilakukan ialah dengan membuat model kapal sesuai dengan ukuran teknis yang telah didapatkan di *software Maxsurf Modeller*, lalu model diexport dalam ekstensi file dxf, yang kemudia dari *software SketchUp* file tersebut diimport, hal selanjutnya dilakukan menambahkan item-item kapal yang dapat diperoleh dengan mebuca *toolbar file*, lalu klik menu *3D Warehouse*, lalu pada pilihan sub-menu pilih *Get Models*. Pada Gambar IV.11 merupakan hasil permodel 3D SPB pengangkut ikan hidup.



Gambar IV.11. Hasil Permodelan 3D Kapal pengangkut Ikan Hidup

IV.7. Perhitungan Ekonomis

Setelah dilakukan analisis secara teknis selanjutnya dilakukan analisis secara ekonomis untuk menghitung besarnya biaya konversi *barge*, dan menghitung *Break Even Point (BEP)*.

Analisis dimulai dengan memasukan rute pelayaran untuk mengetahui jarak yang ditempuh untuk sekali perjalanan yang berkaitan dengan biaya operasional kapal nantinya. Berikut merupakan urutan analisis yang dilakukan

IV.7.1. Biaya Pembangunan

Pada penghitungan biaya pembangunan, yang dilakukan ialah menghitung biaya total pembangunan berdasarkan kebutuhan terhadap suatu item dikali dengan harga dari item (detail item yang diperlukan dapat dilihat pada lampiran) tersebut, karena kapal merupakan kapal konversi dicari juga biaya pembelian kapal yang memiliki ukuran identik, setelah diperoleh nilai keseluruhan biaya pembelian kapal dijumlah dengan biaya pembelian item-item yang diperlukan pada kapal. Penjumlahan keduanya nanti akan ditambah lagi dengan beberapa koreksi diantaranya koreksi keuntungan galangan sebesar 10%, koreksi nilai inflansi mata uang sebesar 2%, dan biaya pajak pemerintah sebesar 10%, setelah diperoleh nilai keseluruhanya, lalu dijumlah maka diperoleh biaya pembangunan/konversi kapal.

Untuk menentukan biaya komponen pelat baja diperoleh menggunakan persamaan berikut:



STEELBENCHMARKER PRICES
May 23, 2016
dollars per metric tonne
(net ton) (gross ton) (Lbs/ton)

Region: USA, East of the Mississippi

Hot-rolled band:	684	(620)
Cold-rolled coil:	874	(793)
Standard plate:	714	(648)
#1 Heavy melting scrap:	239	[243]
Shredded scrap:	266	[270]
#1 Busheling scrap:	275	[279]

Gambar IV.12 Harga Pelat Baja Perton

$$\text{\$ Steel Plate} = \text{WS} \times \text{UPS}$$

$$\text{WS} = \text{Steel Weight}$$

$$= 220.45 \text{ ton}$$

$$\text{UPS} = \text{Unit Price for Steel}$$

$$= \$714.0 / \text{ton}$$

$$\text{\$ Steel Plate} = \$157,404$$

Berikut merupakan detail biaya pembangunan kapal:

Tabel IV.13. Rekapitulasi Biaya Pembelian *Barge* dan Baja *Barge*

Baja Kapal & Elektroda	No	Item	Value	Unit
	1	Harga Beli <i>Barge</i> 180 ft		
		Harga	525,000.00	USD/ton
			1.00	
		Harga <i>Barge</i>	525,000.00	USD
	2	Bangunan atas dan superstructure		
		<i>(tebal pelat geladak = 8 mm, jenis material = baja)</i>		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat geladak	81.20	ton
		Harga Lambung Kapal (deck)	57,976.80	USD
	3	Palkah (Dinding dan Penutup)		
		<i>(tebal pelat geladak = 8 mm, jenis material = baja)</i>		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat Palkah (Dinding dan Penutup)	21.642	ton
		Harga Palkah (Dinding dan Penutup)	15,452.71	USD
	4	Konstruksi Lambung		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat konstruksi	81.082	ton
		Harga Konstruksi Lambung	57,892.5	USD
	5	Elektroda		
		<i>(diasumsikan 6% dari berat baja kapal)</i>		
		<i>Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com</i>		
		Harga	2623	USD/ton
		Berat baja kapal total (hull,deck,konst)	36.529	ton
		Harga Elektroda	95,820	USD
		Total Harga Baja Kapal	736,689	USD

Pada Tabel IV.13 diketahui biaya meliputi pembelian *barge*, baja, dan elektroda pada SPB ini, dimana keseluruhannya menghabiskan biaya sebesar \$ 736,686.

Tabel IV.14 Rekapitulasi Biaya Pembelian Perlengkapan dan Peralatan

Equipment dan Outfitting	No	Item	Value	Unit
	1	Aerator Ikan		
		<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
		Jumlah	1	unit
		Harga per unit	314	USD
		Harga Krane	314	USD
	2	Jangkar		
		Jumlah	2	unit
		Harga per unit	25,000	USD
		Harga jangkar	50,000	USD
	3	Peralatan Navigasi & Komunikasi		

a. Peralatan Navigasi		
Radar	10,000	USD
Kompas	60	USD
GPS	3,000	USD
Lampu Navigasi		
- Masthead Light	70.0	USD
- Anchor Light	30.0	USD
- Starboard Light	120	USD
- Portside Light	120	USD
Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
Telescope Binocular	60	USD
Harga Peralatan Navigasi	35,460	
b. Peralatan Komunikasi		
Radiotelephone		
Jumlah	1	Set
Harga per set	172	USD
Harga total	172	USD
Digital Selective Calling (DSC)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	186	USD
Harga total	186	USD
Navigational Telex (Navtex)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	12,500	USD
Harga total	12,500	USD
EPIRB		
Jumlah	1	Set
Harga per set	419	USD
Harga total	419	USD
SART		
Jumlah	2	Set
Harga per set	500	USD
Harga total	1,000	USD
SSAS		
Jumlah	1	Set
Harga per set	19,500	USD
Harga total	19,500	USD
Prortable 2-way VHF Radiotelephone		

		Jumlah	2	Unit
		Harga per unit	87	USD
		Harga total	174	USD
		Harga Peralatan Komunikasi	33,951	
	4	Rescue Boat		
		Jumlah	0	Unit
		Harga per unit	700	USD
		Harga total	0	USD
	5	Freefall Lifeboat		
		Jumlah	1	Unit
		Harga per unit	35,800	USD
		Harga total	35,800	USD
	6	Lifebuoy		
		Jumlah	4	Unit
		Harga per unit	30	USD
		Harga total	120	USD
	Total Harga Equipment & Outfitting		155,645	USD

Tabel IV.14 menunjukkan total biaya yang dikeluarkan untuk membeli peralatan dan perlengkapan pada SPB ini dimana biaya keseluruhannya mencapai \$ 155,654.

Tabel IV.15 Biaya Pembelian Tenaga Penggerak

Tenaga Penggerak	c	Item	Value	Unit
	1	Inboard Motor		
		<i>Sumber : Alibaba.com</i>		
		Jumlah inboard motor	2	unit
		Harga per unit	15500	USD/unit
		Shipping Cost	500	USD
		Harga Inboard Motor	31500	USD
	2	Komponen Kelistrikan		
		Power Control Unit	600	USD
		ACOS	412	USD
		AC/DC Inverter	150	USD
		Saklar, kabel, dll	100	USD
		Fuel Cell Stack	1,400	USD
		Harga Komponen Kelistrikan	2,662	USD
	3	Genset		
		<i>Sumber : Alibaba.com</i>		
		Jumlah Genset	1	unit
		Harga per unit	52000	USD/unit
		Shipping Cost	500	USD

	Harga Genset	52500	USD
	Total Harga tenaga penggerak	86662	USD

Pada Tabel IV.15. merupakan rekapitulasi biaya pembelian tenaga penggerak dari SPB ini dengan total jumlah pengeluaran sebesar \$ 866,662, dimana biaya pembelian meliputi pembelian mesin sebanyak dua buah, pembelian genset, dan pembelian komponen kelistrikan.

Tabel IV.16 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal & Elektroda	736689	USD
2	Total Harga Equipment & Outfitting	155645	USD
3	Tenaga Penggerak	86662	USD
Total Harga (USD)		978996	USD
Kurs Rp - USD (per 1 Desember 2015, BI)		13343	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		13,062,739,445.36	Rp

Dapat dilihat dari Tabel IV.16 bahwa total biaya pembangunan kapal sebelum dikoreksi adalah sebesar \$978,9956, dengan nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika sebesar Rp.13,343 diperoleh nilai sebesar Rp 13,062,739,445.36, selanjutnya dari nilai pembangunan awal tersebut dijumlahkan kembali dengan beberapa koreksi keadaan ekonomi sebagai berikut;

Tabel IV.17. Nilai Koreksi Keadaan Ekonomi

Koreksi Ekonomi	No	Item	Value	Unit
	1	Keuntungan Galangan		
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Keuntungan Galangan	1,368,202,346.10	Rp
	2	Biaya Untuk Inflasi		
		<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Inflasi	273,640,469.22	Rp
	3	Biaya Pajak Pemerintah		
		<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
		Biaya Pajak Pemerintah	1,368,202,346.10	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi			3,010,045,161.42	Rp

Jadi, total harga kapal adalah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} + \text{Pajak Pemerintah} \\
 &= 13,062,739,445 + 1,306,273,945 + 261,254,789 + 1,306,273,945 \\
 &= \mathbf{Rp15,936,542,123.34}
 \end{aligned}$$

IV.7.2. Biaya Operasi

Biaya operasi merupakan nilai yang harus dikeluarkan untuk pembiayaan kapal ketika sedang beroperasi dalam kurun waktu tertentu secara rutin , adapun yang diperhitungkan dalam biaya operasi kapal nilai cicilan terhadap bank yang dipinjam ketika proses pembangunan kapal, gaji *crew* kapal, biaya perawatan kapal, dan biaya asuransi, dalam perhitungan ini periode waktu yang digunakan ialah selama satu tahun.

Tabel IV.18 Rincian Pengeluaran untuk Biaya Operasi

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	15,936,542,123	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	10,358,752,380	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	1,398,431,571	Per tahun
Masa Pinjaman	4	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	3,988,119,666	Rp

Gaji Crew Kapal		
Jumlah crew kapal	14	orang
Total Gaji crew kapal per bulan	Rp175,000,000	per bulan
Total Gaji crew kapal per tahun	Rp2,100,000,000	per tahun

Biaya Perawatan		
Diasumsikan 10% total dari building cost		
Total maintenance cost	Rp1,593,654,212	per tahun

Asuransi		
Diasumsikan 2% total dari building cost		
Biaya asuransi	Rp318,730,842	per tahun

Perbekalan Dan Minyak Pelumas :		
$C_{Sup} = K1.N + K2 (L_{pp}.B.T)^{0.25} + K3.P_{MCR}^{0.7}$		
K1 =	3500	
K2 =	4000	
K3 =	200	
Estimasi biaya perbekalan dan minyak pelumas	\$95,350.56	
	Rp1,272,262,474	

Tabel IV.18 menunjukkan rincian biaya operasional kapal. Untuk biaya cicilan, bank yang digunakan adalah bank Mandiri dengan maksimum pinjaman adalah 65% dari biaya pembangunan kapal, sedangkan suku bunganya sebesar 13.5% per tahun sehingga cicilan per tahunnya sebesar Rp 3,988,119,666. Selanjutnya gaji komplemen diperoleh dari jumlah gaji per tahun masing-masing komplemen seperti pada Tabel IV.15.

Tabel IV.19 Daftar Gaji Crew

No	Item	Person	monthly payment (Rp)/person	Annual payment (Rp)/person	monthly payment (Rp)	Annual payment (Rp)
1	Nahkoda	1	30,000,000.00	360,000,000.00	30,000,000.00	360,000,000.00
2	Mualim I	1	27,000,000.00	324,000,000.00	27,000,000.00	324,000,000.00
3	Mualim II	1	25,000,000.00	300,000,000.00	25,000,000.00	300,000,000.00
4	Mualim III	1	23,000,000.00	276,000,000.00	23,000,000.00	276,000,000.00
5	Juru Mudi	3	9,000,000.00	108,000,000.00	27,000,000.00	324,000,000.00
6	Serang	1	8,000,000.00	96,000,000.00	8,000,000.00	96,000,000.00
7	Kelasi	3	6,000,000.00	72,000,000.00	18,000,000.00	216,000,000.00
8	Operator Radio	1	5,000,000.00	60,000,000.00	5,000,000.00	60,000,000.00
9	Pelayan	1	4,000,000.00	48,000,000.00	4,000,000.00	48,000,000.00
10	Koki	1	8,000,000.00	96,000,000.00	8,000,000.00	96,000,000.00
TOTAL				1,740,000,000.00	175,000,000.00	2,100,000,000.00

Dari Tabel IV.19 diperoleh gaji komplemen per tahun sebesar Rp 2,100,000,000, sedangkan dalam setahun. Biaya perawatan dan asuransi kapal diasumsikan sebesar 10% untuk biaya perawatan dan 1,5% untuk biaya asuransi dari total biaya pembangunan.

Tabel IV.20. Rekapitulasi Biaya Operasional Kapal

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp3,988,119,666	per tahun
Gaji Crew	Rp2,100,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp1,593,654,212	per tahun
Asuransi	Rp318,730,842	per tahun
Estimasi Biaya Perbekalan dan Perlengkapan	Rp1,272,262,474	per tahun
Total	Rp9,272,767,196	per tahun

Pada Tabel IV.20, dapat dilihat rekapitulasi biaya operasional kapal selama satu tahun, dimana selama satu tahun diperlukan Rp9,272,767,196 untuk biaya operasional kapal, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

IV.7.3. Biaya Perjalanan Kapal

Biaya perjalanan atau *voyage cost* merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk pembelian bahan bakar, *fresh water*, dan *port charge*, dimana *port charge* ini meliputi biaya labuh kapal, biaya tambat kapal, biaya tunda, dan biaya pandu kapal. Setelah dijumlah diperoleh biaya perjalanan kapal sebesar Rp832,679,894 selama melakukan *trip* dengan frekuensi 24 *trip* selama satu tahun, berikut merupakan detail biaya perjalanan selama satu tahun.

Tabel IV.21 Detail Biaya Perjalanan Kapal

Biaya Bahan Bakar (MFO)	frekuensi	=	24
	Konsumsi Bahan Bakar	=	2995
	Biaya Bahan Bakar	=	460,056,365.99
Biaya Bahan Bakar (MDO)	Trip	=	24
	Konsumsi Bahan Bakar	=	1638
	Biaya Bahan Bakar	=	Rp251,593,325

Harga bbm			Satuan
mfo	=	Rp6,400	/liter
mdo	=	Rp6,400	/liter

Fresh Water Cost :

1 ton	=	3.215	m3
Konsumsi Air Tawar	=	1231.65	ton/tahun
	=	3,960	m3/tahun
Harga Air Tawar	=	16250	/m3
Total biaya air tawar	=	Rp64,350,761	/tahun

Port Charges :

GT kapal	=	2249.99	m3
----------	---	---------	----

Pelabuhan sumbawa			
1. Biaya labuh		Rp71,550	/call
3. Biaya Tambat		Rp323,998	/call

4. Biaya Tunda	Tetap	Rp360,000	/call
	Variabel	Rp54,000	/call
5. Biaya Pandu	tetap	Rp120,000	/call
	Variabel	Rp63,000	/call
Total Biaya		Rp992,547	/call
Pelabuhan bali			
1. Biaya labuh		Rp85,050	Rupiah
3. Biaya Tambat		Rp458,997	Rupiah
4. Biaya Tunda	Tetap	Rp558,000	Rupiah
	Variabel	Rp20,250	Rupiah
5. Biaya Pandu	tetap	Rp156,800	Rupiah
	Variabel	Rp89,999	Rupiah
Total Biaya		Rp1,369,096	Rupiah
Total (Sumbawa Barat + Bali)		Rp2,361,643	/RTD
		Rp56,679,442	/tahun

VOYAGE COST	=	Rp832,679,894	/tahun
--------------------	---	---------------	--------

IV.7.4. Cargo Handling Cost

Cargo Handling Cost merupakan biaya diperlukan untuk bongkar muat dimasing masing pelabuhan, untuk nilai jasanya Rp.450,000. Nantinya nilai jasa angkut ini akan dikalikan dengan *load factor* yang merupakan nilai angkutan dimana diasumsikan banyak angkutan yang dimuat ialah 100% dari sumbawa, dan tidak ada pemuatan dari Bali. sehingga pada prosesnya hanya ada proses muat di sumbawa dan bongkar di bali, pada Tabel IV.22 dapat dilihat rekapitulasi biaya bongkar muat,

$$\begin{aligned}
 \text{Load factor} &= \text{payload} \times \text{frekuensi trip kapal} \\
 &= 844 \times 24 \\
 &= 20,256 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi angkutan setiap trip ialah 100 % maka biaya bongkar muat ialah:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya bongkar muat} &= \text{load factor} \times \text{persentase jumlah muatan} \times \text{nilai jasa bongkar muat} \\
 &= 20,256 \text{ ton} \times 100\% \times \text{Rp } 450,000 \\
 &= \text{Rp } 9,115,200,000/ \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi nilai jasa bongkar muat di Sumbawa dan di Bali sama maka diperoleh biaya muat (hanya di Sumbawa) Rp 9,115,200,000/ tahun dan biaya bongkar (hanya di Bali) sebesar Rp 9,115,200,000/ tahun, jadi untuk total biaya bongkar muat muatan selama satu tahun ialah Rp. 18,230,400,000.

Tabel IV.22. Rekapitulasi Biaya Bongkar Muat

Biaya Bongkar Muat ikan		
Pelabuhan Subawa		
Bongkar	-	Rp/tahun
Muat	9,115,200,000	Rp/tahun
Pelabuhan Bali		
Bongkar	9,115,200,000	Rp/tahun
Muat	-	Rp/tahun
TOTAL	18,230,400,000	Rp/tahun

Total Cargo Handling Cost = 18,230,400,000 Rp/tahun

IV.7.5. Cash Flow

Cash flow atau aliran kas ialah, aliran dana berupa dana yang masuk dan dana yang dikeluarkan dalam suatu kegiatan, pada perhitungan *cash flow* ini ditentukan tarif yang dikenakan untuk angkut ikan per ton, dimana tarif ini diperoleh dari nilai dari pembagian jumlah (biaya pembangunan, biaya operasi, biaya perjalanan, biaya bongkar muat) dengan total produksi ikan selama satu tahun yang diperoleh dari *payload* dikali dengan frekuensi berangkat kapal.

$$\begin{aligned}
 \text{Unit Cost} &= (\text{biaya pembangunan} + \text{biaya operasi} + \text{biaya perjalanan} + \\
 &\quad \text{biaya bongkar muat}) / \text{total produksi} \\
 &= (\text{Rp } 15,936,542,123 + \text{Rp } 9,272,767,196 + \text{Rp } 448,515,327 + \\
 &\quad \text{Rp } 9,547,200,000) / 10608 \\
 \text{Unit Cost} &= \text{Rp } 3,318,724.04
 \end{aligned}$$

Dari *unit cost* ini akan dikalikan lagi dengan target profit sebesar 10% untuk menentukan tarif pengiriman ikan per ton

$$\begin{aligned}
 \text{Tarif pengiriman} &= (\text{unit cost} \times \text{target profit}) + \text{unit cost} \\
 &= (\text{Rp } 3,318,724.04 \times 10\%) + \text{Rp } 3,318,724.04 \\
 &= \text{Rp } 3,650,596
 \end{aligned}$$

Tarif tersebut dibulatkan menjadi Rp3,651,000/perton

Tabel IV.23. Penghitungan Tarif Angkut Ikan

No	Uraian		Jumlah	Satuan
1	Biaya Pembangunan	:	Rp15,936,542,123	/tahun
2	Biaya Operasi	:	Rp9,272,767,196	
3	Biaya Perjalanan	:	Rp448,515,327	
4	Biaya Bongkar Muat	:	Rp9,547,200,000	
5	Total Produksi	:	10608	ton/tahun
6	Unit cost	:	3,318,724.04	/ton
7	Target Profit	:	10%	
8	Tarif	:	Rp3,650,596	/ton
	Pembulatan	:	Rp3,651,000	/ton

Dari Tabel IV.23 dapat diketahui biaya angkut ikan pertonnya ialah sebesar Rp3,651,000 dari tarif tersebut dengan mengasumsikan pengiriman ikan dilakukan sebanyak 100% setiap pengiriman dan kenaikan tarif setiap 3 tahun sekali sebesar 2%, dilakukan perhitungan *cash flow*, untuk mengetahui kapan investasi kapal mencapai BEP, dimana pada perhitungan *cash flow* ini nilai investasi yang dijumlahkan dengan beberapa biaya lainnya seperti biaya yang sebelumnya seperti biaya operasional, biaya perjalanan, biaya bongkar muat, nantinya dikurangi dengan total pemasukan setiap tahun, dan dikatakan mencapai BEP ketika total pemasukan berhasil melampaui nilai investasi, dalam periode tertentu. Dalam perhitungan diperoleh waktu yang diperlukan untuk mencapai Break Even Point (BEP) ialah selama 5 tahun, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis secara teknis dan ekonomis maka kesimpulan dari Tugas Akhir berjudul Konversi *Barge* Batubara menjadi Kapal Pengangkut Ikan Hidup Untuk Perairan Sumbawa ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data tangkapan dan potensi ikan diperairan Sumbawa diperoleh *payload* sebesar **856.23** ton. Untuk tujuan pengiriman awal yaitu Provinsi Bali dengan jarak tempuh 90.4 *nautical miles*. Dengan ukuran utama SPB :
 - Loa : 54.9 m
 - B : 15.25 m
 - H : 3.05 m
 - T : 2.1 m
2. Melalui perhitungan teknis yang dilakukan diperoleh hasil untuk pemenuhan *freeboard*, untuk pemenuhan stabilitas dengan 9 *loadcase* mengacu kepada kriteria *Intact Stability* (IS) *Code Reg. III/3.1.2.*, sudah memenuhi keseluruhan *loadcase*, dan pada trim yang mengacu pada SOLAS Reg. II/7 diperoleh trim buritan yang tidak melebihi 0.5% \times Lpp kapal sebesar 0.2745 m.
3. Dari perhitungan secara ekonomis diperoleh hasil sebagai berikut:
 - *Building Cost* : **Rp 15,936,542,123.34**
 - *Operation Cost* : **Rp 9,272,767,196**
 - *Loan from bank* : Rp 10,358,752,380
 - *Loan Duration* : 4 Tahun
 - *Discount Rate from bank* : 13.5 %
 - *Net Present Value (NPV)* : Rp101,823,705,001.67
 - *Internal Rate of Return (IRR)* : 22 %
 - *Payback Period* : 5 Tahun

V.2. Saran

Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan menggunakan pendekatan, atau estimas, maka agar lebih baik disarankan untuk memperhatikan beberapa perencanaan mengenai:

1. Masih perlu dilakukan studi dan analisis yang lebih mendetail mengenai pemilihan lokasi pengiriman ikan, mengingat analisis lokasi yang ada di Tugas Akhir ini hanya sebatas asumsi.
2. Perencanaan sistem pengudaran ikan agar dirancang lebih mendetail lagi, karena berkaitan dengan kualitas temperatur udara dan kadar oksigen pada tangki atau akuarium pengangkut ikan yang nantinya berpengaruh terhadap kualitas dan tingkat kematian ikan yang akan diangkut, baik ikan dari hasil tangkapan maupun budidaya.
3. Perlu dilakukan perencanaan sistem bongkar muat yang lebih detail selain berkaitan dengan waktu tempuh dalam perjalanan, juga dikarenakan jenis muatan yang dibawa merupakan jenis muatan yang hidup, dengan tujuan agar kualitas angkutan tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Dimas Yansetyo (2016). *Analisis Teknis dan Ekonomis Konversi Deck Cargo Barge 250 ft Menjadi Restobarge, untuk Perairan Gili Trawangan-Gili Meno, Lombok*. Surabaya.
- Alfazer, Rafli (2016). *Fasilitas Apung Pengolah Limbah Oli Bekas Berbasis Self-Propelled Barge*. Surabaya.
- Anam, M. S. (2015). *Desain Self-Propelled Barge Pengangkut Limbah Minyak di Kawasan Pelabuhan Indonesia III*. Surabaya.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2006). *Rules For The Classification and Construction of Seagoing Steel Ships Vol II Rules For Hull*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Handoyo, Bayu (2011). *Perencanaan Self Propelled Barge (SPB) Sebagai Sarana Transportasi Angkutan Kayu Pengganti Tongkang Rute Kalimantan-Semarang*. Surabaya.
- IMO. (1966). *International Convention on Load Lines*. London: Lloyd's Register.
- IMO. (1974). *Intact Stability Code*. IMO.
- IMO. (1974). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. London: Lloyd's Register.
- Korean Register of Shipping. (2010). *Rules for the Towing Survey of Barges and Tugboats*. Busan: Korean Register of Shipping.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Vol I Stability and Strength*. New Jersey: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture Vol II Resistance, Propulsion and Vibration*. New Jersey: The Society of Naval Architectures and Marine Engineers.
- Novita, dkk (2016). *Kapal Pengangkut Ikan Hidup (Desain dan Contoh Operasional)*. Bandung: Nuansa Aulia.
- Parsons, M. G. (2001). *Parametric Design, Chapter 11*. Michigan: University of Michigan.
- Rawson, K.J. and Tupper, E.C. (2001). *Basic Ship Theory* (5th ed., Vol. 1). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Schneekluth, H., & Betram, V. (1998). *Ship Design for Efficiency and Economy (second edition)*. Oxford: Plant A Tree.

Santoso, Didik (2015). *Pengelolaan Perikanan Tangkap Berbasis Ikan Unggulan do Selat
Alas Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Bogor

Watson, D. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.

LAMPIRAN

DATA PRODUKSI IKAN DI PERAIRAN SUMBAWA

Jenis Ikan		Sekongkang	Jereweh	Maluk	Taliwang	Poto Tano	Jumlah
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Ekor Kuning	8,15	9,31	12,8	39,57	46,56	116,39
2	Selar	10,68	12,21	16,79	51,88	61,04	152,6
3	Kuwe	0,35	0,4	0,55	1,7	2	5
4	Layang	9,7	11,08	15,23	47,09	55,4	138,5
5	Sunglir	2,28	2,61	3,58	11,08	13,04	32,59
6	Bentong	8,35	9,54	13,12	40,56	47,72	119,29
7	Kakap Putih	1,5	1,72	2,36	7,31	8,6	21,49
8	Golok-Golok	1,32	1,51	2,08	6,43	7,56	18,9
9	Siro	4,05	4,62	6,36	19,65	23,12	57,8
10	Japuh	2,98	3,4	4,67	14,45	17	42,5
11	Tembang	21,45	24,52	33,71	104,21	122,6	306,49
12	Lemuru	12	13,71	18,85	58,27	68,56	171,39
13	Lemadang	2,44	2,78	3,83	11,83	13,92	34,8
14	Teri	7,96	9,09	12,51	38,66	45,48	113,7
15	Ikan Terbang	4,37	5	6,87	21,25	25	62,49
16	Julung-Julung	1,47	1,68	2,31	7,14	8,4	21
17	Gerot-gerot	1,2	1,38	1,89	5,85	6,88	17,2
18	Ikan Layaran	3,74	4,27	5,87	18,16	21,36	53,4

Jenis Ikan		Sekongkang	Jereweh	Maluk	Taliwang	Poto Tano	Jumlah
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
19	Peperek	2,66	3,04	4,18	12,92	15,2	38
20	Lencam	6,18	7,06	9,71	30,02	35,32	88,29
21	Kakap Merah/Bambangan	4,51	5,16	7,09	21,93	25,8	64,49
22	Belanak	1,67	1,91	2,63	8,13	9,56	23,9
23	Biji Nangka Karang	3,47	3,97	5,45	16,86	19,84	49,59
24	Kuniran	2,34	2,67	3,67	11,35	13,36	33,39
25	Kurisi	4,26	4,87	6,69	20,7	24,36	60,88
26	Kuro/ Senangin	2,65	3,03	4,16	12,89	15,16	37,89
27	Swangi/ Mata Besar	2,42	2,77	3,8	11,76	13,84	34,59
28	Gulamah/ Tiga Wajah	3,95	4,52	6,21	19,21	22,6	56,49
29	Tongkol Krai	14,03	16,07	22,09	68,3	80,36	200,85
30	Cakalang	9,46	10,81	14,86	45,93	54,04	135,1
31	Kembung	22,35	25,54	35,12	108,56	127,72	319,29
32	Banyar	3,71	4,24	5,83	18,02	21,2	53
33	Tenggiri	7,27	8,3	11,41	35,29	41,52	103,79
34	Madidihang	4,34	4,96	6,82	21,08	24,8	62
35	Tuna Mata Besar	2,74	3,14	4,31	13,33	15,68	39,2
36	Kerapu Karang	2,95	3,37	4,63	14,31	16,84	42,1

Jenis Ikan		Sekongkang	Jereweh	Maluk	Taliwang	Poto Tano	Jumlah
(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
37	Kerapu Bebek	0,72	0,82	1,13	3,5	4,12	10,29
38	Kerapu Lumpur	3,16	3,61	4,96	15,33	18,04	45,1
39	Kerapu Sunu	2,39	2,74	3,76	11,63	13,68	34,2
40	Ikan Baronang	4,46	5,1	7,01	21,69	25,52	63,78
41	Baronang Kuning	2,14	2,45	3,36	10,4	12,24	30,59
42	Alu-alu/ Manggila/ Pacul	0,59	0,68	0,93	2,89	3,4	8,49
43	Kerong-kerong	0,99	1,14	1,56	4,83	5,68	14,2
44	Layur	0,41	0,47	0,65	2,01	2,36	5,9
45	Cucut Lanyam	0,99	1,14	1,56	4,83	5,68	14,2
46	Pari Kembang/ Pari Macan	0,77	0,88	1,21	3,74	4,4	11
47	Ikan Lainnya	0,74	0,85	1,16	3,6	4,24	10,59
48	Udang Putih/ Jerbung	0,4	0,45	0,63	1,94	2,28	5,7
49	Udang Windu	0,25	0,29	0,39	1,22	1,44	3,59
50	Udang Barong/ Udang Karang	0,58	0,66	0,91	2,82	3,32	8,29
51	Kepiting	0,49	0,56	0,77	2,38	2,8	7
52	Rajungan	0,62	0,71	0,98	3,03	3,56	8,9
53	Cumi-cumi	3,03	3,46	4,76	14,72	17,32	43,29
54	Gurita	17,49	19,99	27,49	84,97	99,96	249,9
55	Sotong	2,71	3,09	4,26	13,16	15,48	38,7

Sumber (<https://sumbawabaratkab.bps.go.id>)

DATA POTENSI IKAN DI PERAIRAN SELAT ALAS

(sumber: PENGELOLAAN PERIKANAN TANGKAP BERBASIS IKAN UNGGULAN DI SELAT ALAS PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT oleh Didik Santoso, 2015)

Lampiran 8 lanjutan

Jenis Ikan	P(Ton)	V1	NP(Rp)	V2	Harga (Rp/kg)	V3	PMS	V4	NT	V5	VA	V _{rata-rata}	UP
Cakalang	1447.4	1.0	6,513,273,750.0	0.7	4,500.0	0.04	2	1	2	1	3.7	0.75	2
Tongkol	972.5	0.6	6,686,126,562.5	0.7	6,875.0	0.15	2	1	2	1	3.5	0.70	3
Teri	662.9	0.4	3,065,912,500.0	0.2	4,625.0	0.05	1	0	1	0	0.7	0.14	10
Lenan	574.0	0.4	2,056,462,850.0	0.1	3,583.0	0.00	1	0	2	1	1.5	0.29	9
Cumi-cumi	345.7	0.2	8,931,501,420.0	1.0	25,833.0	1.00	2	1	2	1	4.2	0.84	1
Kakap merah	169.0	0.1	2,725,393,750.0	0.2	16,125.0	0.56	2	1	2	1	2.8	0.56	4
Kuwe	158.1	0.0	1,192,232,100.0	0.0	7,541.0	0.18	2	1	2	1	2.2	0.44	8
Kerapu	154.4	0.0	1,865,615,200.0	0.1	12,083.0	0.38	2	1	2	1	2.5	0.50	5
Kakap Putih	112.0	0.0	1,297,199,475.0	0.0	11,583.0	0.36	2	1	2	1	2.4	0.48	7
Tenggiri	94.5	0.0	1,212,611,558.3	0.0	12,833.0	0.42	2	1	2	1	2.4	0.48	6

Keterangan :

P : Produksi
 NP : Nilai produksi
 PMS : Peluang pasar
 NT : Nilai Tambah
 VA : Gabungan fungsi nilai
 UP : Urutan prioritas

V1 : Fungsi nilai dari Produksi
 V2 : Fungsi nilai dari nilai produksi
 V3 : Fungsi nilai dari harga
 V4 : Fungsi nilai dari peluang pasar
 V5 : Fungsi nilai dari nilai tambah

LAMPIRAN PERHITUNGAN TEKNIS

- **Penentuan *Payload***

Produksi Ikan Rata-Rata			
ikan kerapu	=	259.1	ton/tahun
ikan kakap	=	317.8	ton/tahun
ikan tembang	=	306.5	ton/tahun
gurita	=	245	ton/tahun
ikan tenggiri	=	103.8	ton/tahun
ikan tongkol	=	1493	ton/tahun
cumi	=	657.2	ton/tahun
ikan kuwe	=	158.1	ton/tahun
ikan kembung	=	319.3	ton/tahun
ikan lemuru	=	574	ton/tahun
ikan selar	=	152.6	ton/tahun
ikan cakalang	=	1493	ton/tahun
total	=	6079.4	ton/tahun
rata-rata dalam 1 hari	=	17.12507042	ton/hari
rata-rata dalam 30 hari	=	256.8760563	ton
massa total air dan ikan			
rata-rata dalam 30 hari	=	256.8760563	ton
rasio air	=	70%	
rasio ikan	=	30%	
massa total air dan ikan	=	856.2535211	ton
massa jenis gabungan	=	0.98	ton/m ³
Volume ruang muat diperlukan	=	941.9	m ³

Berdasarkan Tabel diatas diambil rata-rata setiap 15 harinya dimana diperoleh 256.876 ton/15hari, lalu dikalikan dengan jumlah perbandingan ikan dan air sebanyak 70% air dan 30% ikan, maka massa total diperoleh sebesar **856.25** ton. Jumlah masa total inilah yang digunakan sebagai *payload* dari kapal ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Payload} &= a \times b \times \text{rasio} \\
 a &= \text{total tangkapan dalam 1 hari} \\
 b &= \text{perkiraan trip 15 hari sekali} \\
 \text{payload} &= (17.125 \text{ ton} \times 15 \text{ hari}) / 0.3 \\
 &= \mathbf{856.25 \text{ ton/15 hari}}
 \end{aligned}$$

Dengan perbandingan rasio ikan dan air tadi kita mencari masa jenis gabungan ikan dan air:

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio ikan} &= 30\% \times 856.25 \times 0.98 = 254.32 \text{ m}^3 \\
 \text{Rasio air} &= 70\% \times 856.25 \times 1.025 = 614.18 \text{ m}^3 \\
 \text{Jumlah} &= 868.412 \text{ m}^3 \\
 \text{Massa jenis gabungan} &= \text{payload/total volume}
 \end{aligned}$$

$$= 856.25/868.412$$

$$= 0.98 \text{ m}^3/\text{ton}$$

Lalu untuk menentukan volume minimal untuk ruang penyimpanan yang diperlukan ialah dengan $856.25 \text{ ton}/0.98 \text{ m}^3/\text{ton}$ diperoleh 941.6 m^3 .

PERHITUNGAN KOEFISIEN

$L_o =$	54.90	m	$L_o/B_o =$	3.600
$H_o =$	3.05	m	$B_o/T_o =$	7.262
$B_o =$	15.25	m	$T_o/H_o =$	0.689
$T_o =$	2.10	m	$V_s =$	4.115 m/s
$F_n =$	0.179		$\rho =$	1.025 kg/m ³

Perhitungan :	
•	Froude Number Dasar $F_{n_o} = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}}$ $= \frac{3.086}{\sqrt{9.81 \times 84.43}}$ $= 0.179$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> $g =$ 9.81 m/s^2 </div> </div>
•	Perhitungan ratio ukuran utama kapal : <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> $L_o/B_o = 3.600 \rightarrow$ $B_o/T_o = 7.262 \rightarrow$ $T_o/H_o = 0.689 \rightarrow$ </div> <div> <div>Parametric design halaman 11-7</div> <div>Parametric design halaman 11-9</div> </div> </div>
•	Block Coefficient $C_b = 0.88$ $= 0.880$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Parametric design halaman 11-11</div>
•	Midship Section Coefficient $C_m = \frac{1,006 - 0,0056 C_b^4}{3,56}$ $= 0.997$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Parametric design halaman 11-12</div>
•	Waterplan Coefficient $C_{wp} = \frac{C_b}{(0,471 + 0,551 C_b)}$ $= 1.000$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Parametric design halaman 11-16</div>
•	Longitudinal Center of Bouyancy $LCB = 8,80 - 38,9 F_n$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Parametric design halaman 11-19</div>

$$L_{pp}/2 = \begin{array}{|c|} \hline 1.843 \\ \hline \end{array} \text{ m}$$

$$L_{pp}/2 = \begin{array}{|c|} \hline 25.950 \\ \hline \end{array} \text{ m}$$

Di depan midship	
Jarak AP ke Transom =	2.076 m

LCB dari AP =	27.793 m
LCB dari FP =	25.031 m

• **Prismatic Coefficient**

$$C_p = C_b/C_m$$

$$= 0.882$$

• **Lwl**

$$L_{wl} = 0.4 L_{pp}$$

$$= 53.98 \text{ m}$$

• **V (m3)**

$$V = L \cdot B \cdot T \cdot C_B$$

$$= 1547.192 \text{ m}^3$$

• **Δ (ton)**

$$\Delta = L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \gamma$$

$$= 1585.872 \text{ ton}$$

Perhitungan Hambatan dengan Metode KR-Barge

➤ $R_t = R_f + R_w + R_a$

➤ $R_f = 0.000136 F_1 A_1 V^2$

$F_1 = 0.8$

$A_1 = 890.957 \text{ (m}^2\text{)}$

$V = 8 \text{ (knots)}$

$R_f = 0.000136 \cdot 0.8 \cdot 890.957 \cdot 8^2$

$R_f = 6.340522609 \text{ ton}$

$R_f = 62.18027468 \text{ kN}$

➤ $R_w = 0.014 C F_2 A_2 V^2$

$C = 1.2$

$A_2 = 28.5025 \text{ (m}^2\text{)}$

$F_2 = 0.5$

$A_2 = 28.50225 \text{ m}^2$

$R_w = 6.335200306 \text{ ton}$

$R_w = 62.12807989 \text{ kN}$

➤ $R_a = 0.0000196 C_s C_h A_3 (V_w + V)^2$

$A_3 = 123.753 \text{ (m}^2\text{)}$

$C_s = 1$

$C_h = 1$

$V_w = 36.93$

$R_a = 4.896487435 \text{ ton}$

$R_a = 48.01890198 \text{ kN}$

➤ $R_T = 172.237 \text{ kN}$

➤ $EHP = R_T \times V_{sea}$

$V_{sea} = 4.1152 \text{ m/s}$

$EHP = 709.1611262 \text{ kW}$

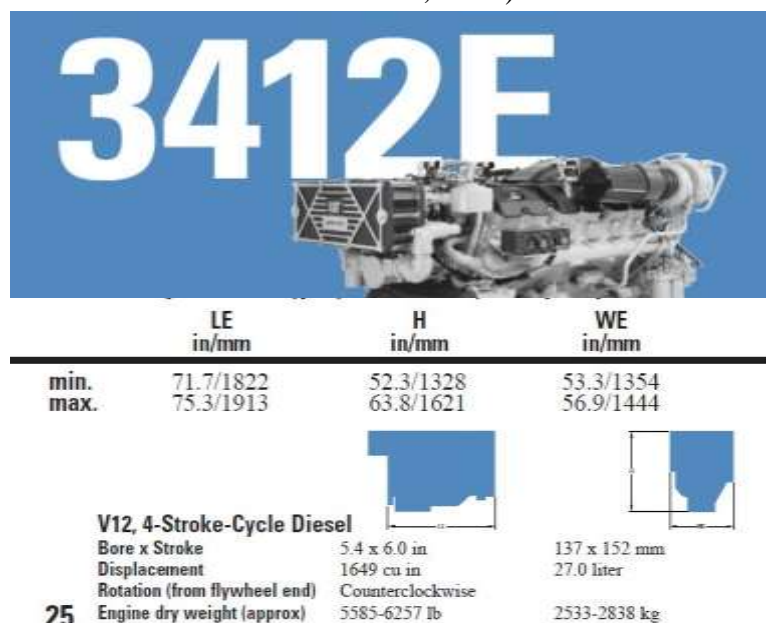
$EHP = 950.9850702 \text{ HP}$

- $DHP = \frac{P_E}{\eta_H \eta_o \eta_r}$
- $\eta_s = 0.98$
 $\eta_r = 0.98$
 $\eta_o = 0.5$
 $DHP = 1476.803678$
- Perhitungan BHP menggunakan dua koreksi:
 Koreksi sebesar 3% DHP untuk letak kamar mesin dibelakang (ITTC 1957)
 Koreksi Jalur pelayaran sebesar 15%-20% (ITTC 1957)
 $BHP = DHP + 3\%DHP + X\%DHP$
 dimana $X\% = 15\%$ untuk koreksi daerah pelayaran
 $BHP = DHP + 3\%DHP + 15\%DHP$
 $= 1742.62834 \text{ HP}$
 $= 1281.703144 \text{ kW}$
 871.31417 HP karena twin screw
 640.851572 kw karena twin screw

Setelah BHP diperoleh maka langkah selajutnya adalah menentukan motor induk yang akan digunakan. Berdasarkan katalog mesin induk kapal didapatkan bahwa jenis dan ukuran motor induk dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merek Mesin	=	Caterpillar		
Type Mesin	=	3412E		
Daya Mesin	=	671 kW	900	HP
RPM	=	1800 rpm		
Diameter Silinder	=	137 mm		
Piston Stroke	=	152 mm		
Silinder	=	-		
Berat Mesin	=	2533 kg	2.533	ton
Panjang	=	1822 mm		
Lebar	=	1354 mm		
Tinggi	=	1328 mm		

Berikut merupakan mesin yang akan digunakan (sumber: CAT *Marine Engine Selection Guide*, 2003)



Perhitungan Berat dan Displacement

Berat

Machinery

Daya Tiap

Mesin = 671.00 Kw

Berat mesin = 2.53 Ton

Jumlah Mesin = 2.00 Unit

Berat ME = 5.066 Ton

Berat

Auxiliary

Engine

Daya Tiap

Mesin = 335.50 Kw

Berat tiap mesin = 5.5 Ton

Jumlah Mesin = 1.00 Unit

Berat AE = 5.5 Ton

Berat

Remainder

$W_r = C_m$

$MCR^{0.7}$

$C_m = 0.98$ Untuk sejenis Oil Barge

$MCR = 1342.00$ kw

$W_r = 151.58$ Ton

Total (W_{ma}) = 162.15 Ton

PERHITUNGAN LWT

1. Perhitungan berat baja kapal dari Pos per Pos

$W_{st} = W_{si}'$
 $(1 + 0.05(C_b' - C_b))$

Perhitungan
Wsi

$$W_{si} = K.E^{1.36}$$

Perhitungan
faktor E

$$E = L.(B+T) + 0.85.L(D-T) + 0.85(l1.h1)+0.75(l2.h2)$$

Dimana,

l1 (Panjang
bangunan atas)

$$= 5.40 \text{ m}$$

h1(tinggi l1)

$$= 2.50 \text{ m}$$

l2(Panjang
houses)

$$= 10.20 \text{ m}$$

h2(tinggi l2)

$$= 2.50 \text{ m}$$

$$E = 1027.45$$

Perhitungan tabel K (Tabel
4.1 hal. 85)

Faktor K untuk oil /
chemical barge

Min	Max	Daimbil
0.029	0.035	0.035

$$W_{si} = K.E^{1.36} = 361.74 \text{ Ton}$$

Net Steel

Weight

Wsi' = Wsi - (%Scrap . Wsi). Persen scrap
menunjukkan sejumlah bagian baja

yang hilang karena proses kerja. Nilai persen scrap merupakan fungsi
dari Cb serta

jenis dan ukuran kapal. Pendekatan grafik dilakukan untuk
menentukan persen scrap.

Berdasarkan (David G.M Watson, Practical Ship
Design, 1998)

Cb	%Scrap
0.5	15
0.6	11
0.7	9
0.8	7
0.9	6
1	5

%Scrap =	$\frac{5,022Cb'}{1.57}$			
% Scrap	=	6.138	%	
Koreksi %Scrap				
	Kondisi	Min	Max	Diambil
	Kapal dengan $L < 45$ m	= 3%	3%	3%
	Kapal dengan $45 \text{ m} < L < 60$ m	= 1%	2%	2%
	Kapal dengan $60 \text{ m} < L < 100$ m	= 0.50%	1%	1%
	Besarnya penambahan yang digunakan			1%
Total Scrap	=	7.14%		
Wsi'	=	335.91	Ton	
Koreksi perhitungan berat baja kapal				
Rumus diatas pada kapal dengan Cb 0,7 dan 0,8H. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi				
Wst = Wsi'				
(1+0.05(Cb'-				
Cb)				
$Cb' = Cb + (1-Cb).((0.8 H - T)/3.T))$				
	=	0.965		
Maka,				
Wst (Berat baja)	=	336.92	Ton	
2. Perhitungan berat E&O (Ship Design For Efficiency & Economy)				
L =	54.90			
B =	15.25			
D =	3.05			
C_{alv} =	170	[kg/m ²]		
C_{eo main deck} =	0.26	ton/m ²	;Pendekatan 0,18 - 0,26	
Luas Forecastle	=	82.35	m ²	
Berat EO Forecastle	=	14.00	Ton	

Luas Main Deck	=	155.55	m ²
Berat EO Main Deck	=	26.44	Ton
Luas Second Deck House	=	129.63	m ²
Berat EO Second Deck House	=	22.04	Ton
Luas Wheel House	=	118.95	m ²
Berat EO Wheel House	=	20.22	Ton
Berat EO selain houses	=	48.57	Ton
Berat Total EO	=	131.27	Ton

3. Perhitungan berat instalasi permesinan

Wme	=	162.15	Ton
LWT	=	162.15	Ton
Total LWT	=	630.34	Ton

PERHITUNGAN DWT

I. Payload	=	856	Ton
-------------------	---	-----	-----

II. Consumable per trip :

1. Kebutuhan bahan bakar

MFO	Main Engine		
	Daya Main Engine	=	671.00 kw
	Jumlah Mesin	=	2
	Seatime	=	11.30 Jam
	Koefisien konsumsi	=	0.128 Ton/hour

	Kebutuhan BB Main Engine	=	2.89	Ton
	Koreksi			
	10%		0.29	Ton
	Total BB Main Engine + 10%	=	3.18	Ton
MDO	Auxilliary Engine			
	Daya Auxilliary Engine	=	335.50	kw
	Jumlah Mesin	=	1	
	Turn Around Time	=	11.30	Jam
	Koefisien konsumsi	=	0.14	Ton/hour
	Kebutuhan BB Auxilliary Engine	=	1.582	Ton
	Koreksi			
	10%		0.158	Ton
	Total BB Auxilliary Engine + 10%	=	1.740	Ton
2. Kebutuhan minyak pelumas				
SFR =	0.0000094	ton/kW.hr		
MCR =	918	kW		
Margin =	0.1			
WLO =	SFR * MCR * S/Vs*margin			
WLO =	0.086	ton		
VLO =	0.001	m3		
	Wlo =	0.086	Ton/Trip	
3. Kebutuhan air tawar per trip				
#kebutuhan air tawar untuk mandi, minum, dan masak				
Kebutuhan air tawar untuk crew				
		=	0.17	ton/person/days
Jumlah crew		=	14	orang
Jarak Pelayaran		=	167420.80	meter
Berat air tawar per trip		=	1.12	Ton
#kebutuhan air tawar untuk				

pendingin mesin			
Konsumsi air tawar	=	2 ≈ 5	kg/HP
Diambil	=	5	kg/HP
Daya mesin utama	=	899.83	HP
Jumlah mesin utama	=	2	Unit
Berat air tawar	=	4.4991	Ton
Waktu pelayaran	=	0.47	Hari
Berat air tawar per trip	=	4.24	Ton/trip
Total berat air tawar	=	5.36	Ton
4. Berat makanan (Provisions)			
Konsumsi provisions	=	10	kg/person/days
Jumlah crew	=	14	orang
Turn Around Time	=	0.38	Hari
Berat provisions	=	53.2	kg
	=	0.05	ton
5. Berat orang dan bawaan			
Konstanta berat orang dan bawaan	=	95	kg/persons
Jumlah crew	=	14	orang
Berat crew dan bawaan	=	1330	kg
		1.33	Ton
Total DWT	=	868.0	Ton
Displacement 1 (LWT + DWT)	=	1524.47	Ton
Displacement 2 (L x B x T x Cb x rho)	=	1585.87	Ton
Selisih	=	61.40	Ton
	=	3.87%	

Rekapitulasi Perhitungan

No	Item	Weight (ton)
<i>Displacement (Design)</i>		
1	<i>Displacement</i>	1585.87
<i>Light Weight Tonnage</i>		
1	Berat Baja Kapal	336.92
2	Berat E&O	131.27
3	Berat Instalasi Permesinan	162.15
<i>Dead Weight Tonnage</i>		
1	Payload	856.23
2	Berat Bahan Bakar	4.92
3	Berat Minyak Pelumas	0.086
4	Berat Air Tawar	5.36
5	Berat Provision	0.05
6	Berat Orang dan Bawaan	1.33
LWT + DWT		1524.47
<i>Displacement (Design)</i>		1585.87
Margin		61.4 (3.87%)

PENDEKATAN PERENCANAAN RUANG DAN TONNAGE

Reference : "Analisa Teknis dan Ekonomis Self Propelled Oil Barge (Evan Eryanto, 2012)"

Input:

L = 54.90 m
 B = 15.25 m
 H = 3.05 m
 T = 2.10 m

Jarak Gading

Asumsi Jarak gading = $2,5L + 410$ mm
 = 547.25 mm
 Diambil = 600 mm ; Referensi BKI 2006
 Jumlah gading Total = 92

1. Kamar Mesin

		Lme + Lae +		
Lkm	=	Koreksi		
Koreksi kamar mesin	=	3 m	Gd. Belakang=	-1
Lkm	=	7.8 m	Gd. Depan=	16
Lebar (B)	=	15.25 m		
Tinggi (H)	=	3.05 m		
Volume	=	362.7975 m ³		
Lkm sesuai gading	=	7.8 m		

2. Ceruk buritan

Jarak dari AP	=	2.4 m		
Gading akhir	=	3 No.		
Lebar (B)	=	15.25 m		
Tinggi (H)	=	1.525 m	;Dibagi dua karena bentuk buritan	
Volume	=	55.815 m ³	SPOB	

3. sekat tubrukan

Berdasarkan BKI Vol II, untuk kapal L < 200 m adalah (0,05 - 0,08)L dari FP.

Jarak dari FP	=	2.745 m	;diambil 0,08L	
Panjang Sekat	=	2.745 m		
Lebar (B)	=	15.25 m	2.745	
Tinggi (H)	=	3.05 m	5.49	
Volume	=	127.6768125 m ³	2.745	

4. Perencanaan ruang muat

Volume ruang yang dibutuhkan	=	941.9 m ³		
Lebar (B)	=	13.25 m		
Tinggi (H)	=	2.29 m		
Panjang Ruang muat yang dibutuhkan	=	31.042 m		
Panjang Ruang muat tersedia	=	32.46 m	;L- (Lcb+Lkm+Lfc+Lfe+Lfo+Lcof)	
Ruang muat total tersedia	=	984.7658375 m ³		
Persentase Terhadap kebutuhan	=	105%		42.9

4.36%

Perencanaan Tanki Air Bersih

Kebutuhan Air Bersih	=	5.36 Ton		
Volume kebutuhan Air Bersih	=	5.358 m ³		
Tinggi	=	0.75 m		

Lebar	=	2.977	m		
Panjang	=	2.4	m		
Perencanaan Dimensi					
a) Tangki BB					
Kebutuhan Bahan Bakar (MFO)	=	3.18	Ton		
Volume Kebutuhan BB	=	3.744	m3		
Koreksi ekspansi	=	3.298	m3	Koreksi Ekspansi :	
Volume Total Bahan Bakar	=	7.042	m3	Panas=	2%
Tinggi	=	0.75	m	Konstruksi=	2%
Lebar (Starboardside)	=	2.975	m		
Lebar (Portside)	=	2.975	m		
Panjang	=	1.678	m		
Perencanaan Dimensi					
b) Tangki Diesel Oil					
Kebutuhan BB (Diesel Oil)	=	1.740	Ton		
Volume Diesel Oil	=	2.047	m3		
Koreksi Ekspansi	=	0.082	m3	Koreksi Ekspansi :	
Volume Total Diesel Oil	=	2.129	m3	Panas=	2%
Tinggi	=	0.75	m	Konstruksi=	2%
Lebar (Starboardside)	=	2.975	m		
Lebar (Portside)	=	2.975	m		
Panjang	=	0.92	m		
Perencanaan Dimensi					
c) Tangki Lub Oil					
Kebutuhan Lub Oil	=	0.086	Ton		
Volume Lub Oil	=	0.093	m3		
Koreksi ekspansi	=	0.004	m3	Koreksi Ekspansi :	
Volume Total Lub Oil	=	0.097	m3	Panas=	2%
Tinggi	=	0.75	m	Konstruksi=	2%
Lebar	=	0.5	m		
Panjang	=	0.259	m		
Perencanaan Dirty Water					
d) Tank					
Volume dirty water tank	=	5.358	m3		
Tinggi	=	1			
Lebar	=	4.465			
Panjang	=	1.2			
e) Perencanaan Dirty Oil Tank					
Volume dirty oil tank	=	5.885	m3		

Tinggi	=	1
Lebar	=	4.904
Panjang	=	1.2

7. Perencanaan Akomodasi

1) Forecastle

Panjang	=	5.40 m	;Pendekatan 10% Panjang Kapal
Lebar	=	15.25 m	; Pendekatan sama dengan B
Tinggi	=	2.5 m	;asumsi dari H
Luas Transversal	=	38.125 m ²	
Volume	=	205.875 m ³	

2) Deck House at Main Deck

Panjang (Ldh)	=	10.2 m
Lebar (Bdh)	=	15.25 m
Tinggi (Asumsi)	=	2.5 m
Luas Transversal	=	38.125 m ²
Volume	=	388.875 m ³

3) Second deck house

Panjang (Lsd)	=	8.5 m
Lebar (Bsd)	=	15.25 m
Tinggi (Asumsi)	=	2.5 m
Luas Transversal	=	38.125 m ²
Volume	=	324.0625 m ³

4) Wheel House

Panjang (Lwh)	=	7.8 m
Lebar (Bwh)	=	15.25 m
Tinggi	=	2.5 m
Luas Transversal	=	38.125 m ²
Volume	=	297.375 m ³

9. Double Bottom

Tinggi double bottom (Hdb)	=	32B + 190 VT mm
	=	763.3361582 mm
	=	0.76 m
Panjang double bottom	=	32.455 m
Lebar (Bdb)	=	15.25 m
Volume	=	376.153 m ³

10.GROSS TONNAGE

Total Enclosed Space	=	3123.396	m3
K1	=	0.270	; $0,2+0,02*\text{Log}_{10}(V)$
Gross Tonnage	=	843	; $V*K1$

PERHITUNGAN TITIK BERAT KAPAL

Input:

L = 54.90 m
 B = 15.25 m
 H = 3.05 m
 T = 2.10 m

Perhitungan :

1. Titik berat baja kapal

Reference : Harvald & Jensen Method (1992)

$KG = CKG \times DA$

Dimana :

$DA = \frac{\text{Tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deck house}}{L \cdot B}$
 $= \frac{D + (V_a + V_{dh})}{L \cdot B}$

$V_a = \text{Volume bangunan atas (Forecastle)}$
 $= 205.88 \text{ m}^3$

$V_{dh} = \text{Volume Deck House}$

1. Deck House at main deck =	388.875	m3
2. Second Deck House =	324.0625	m3
3. Wheel House =	297.375	m3
Total	=	1010.3125 m3

$DA = 4.50 \text{ m}$

$CKG = \text{Koefisien titik berat KG}$

$CKG = 0.52$

$KG = CKG \times DA$

$= 2.341 \text{ m}$

$LCG = -0,15 + LCB \quad \% \text{ Midship}$

$LCB = 3.47 \%$

$LCG = 3.32 \%$

$LCG = 1.823 \text{ Dari Midship}$

$LCG = -25.62709757 \text{ Dari FP}$

$$\begin{aligned}
 W_{st} &= 336.918 \quad \text{Ton} \\
 W \times KG &= 788.851 \\
 W \times LCG &= -8634.233
 \end{aligned}$$

2. Titik berat Permesinan

Reference : Ship Design for Efficiency and Economy , 1998. Page : 173

$$\begin{aligned}
 KG_m &= Hdb + 0,35 (D-Hdb) \\
 Hdb &= \text{Tinggi double bottom} \\
 &= 300 + 45B \quad \text{mm} \\
 &= 0.76 \quad \text{m} \\
 KG_m &= 1.562 \quad \text{m} \\
 LCG_m &= -0,5L + Lcb + Lkm/2 \\
 LCG_m &= -21.15 \quad \text{m} \quad ; \text{dari midship} \\
 LCG_m &= -33.75 \quad \text{m} \quad ; \text{dari FP} \\
 W_{me} &= 162.15 \quad \text{Ton} \\
 W \times KG &= 253.1969382 \\
 W \times LCG &= -8545.396663
 \end{aligned}$$

3. Titik berat Equipment Outfitting

Reference : Ship Design for Efficiency and Economy , 1998. Page : 166

$$\begin{aligned}
 K_{geo} &= 1,02 - 1,08 \cdot DA \quad ; \text{Diambil } 1,02 \\
 K_{geo} &= 4.593 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

LCGeo

A) LCGeo permesinan

$$\begin{aligned}
 W_{eo} &= 40.537 \quad \text{Ton} \quad ; \text{Pendekatan } 25\% \quad W_{eo} \text{ Total} \\
 LCG_1 &= -21.15 \quad \text{Dari Midship} \quad ; \text{Ditengah Lkm, L-Lcb-0,5Lkm} \\
 &= -48.6 \quad \text{Dari FP} \\
 \text{Momen} &= -1970.120268
 \end{aligned}$$

B) LCGeo Forecastle

$$\begin{aligned}
 W_{eo} &= 14.00 \quad \text{Ton} \\
 LCG_2 &= 24.75 \quad \text{Dari Midship} \quad ; \text{Ditengah Forecastle deck} \\
 &= -3 \quad \text{Dari FP} \\
 \text{Momen} &= -37.79865
 \end{aligned}$$

C) LCGeo Deck House at Main Deck

$$\begin{aligned}
 W_{eo} &= 26.44 \quad \text{Ton} \\
 LCG_2 &= -21.15 \quad \text{Dari Midship} \quad ; \text{Ditengah Deck House at main deck} \\
 &= -48.6 \quad \text{Dari FP} \\
 \text{Momen} &= -1285.1541
 \end{aligned}$$

D) LCGeo Second Deck House

Weo = 22.04 Ton
 LCG2 = -19.1 Dari Midship `; Ditengah Second deck House
 = -46.55 Dari FP
 Momen = -1025.787438

E) LCGeo Wheelhouse

Weo = 20.22 Ton
 LCG2 = -18.75 Dari Midship `; Ditengah wheel house
 = -46.2 Dari FP
 Momen = -934.2333

F) LCGeo wheather Deck

Weo = 8.0362660633290 Ton
 LCG2 = -32.773 Dari FP
 = -5.322 Dari Midship
 Momen = -42.773

G) LCG Palkah

Weo = 21.64245
 LCG = -26.12182084 Dari FP
 = 1.328 Dari Midship
 Momen = -565.3402015

Momen Total = -5861.207

LCGeo = -19.0190993 Dari FP 35.8809007 dari AP

LCGeo = -8.430900702

Weo = 152.92 Ton

W x KG = 702.30062

W x LCG = -2908.342089

4. Titik berat Consumable

A) Titik berat air tawar

Wair = 5.36 Ton
 KG = 1.525 m ; Tinggi Fresh Water Tank dibagi 2
 LCG = 9 Dari AP ; Panjang Fresh Water Tank dibagi 2
 = -18.45 Dari FP
 Momen LCG = -98.850
 Momen KG = 8.171

B) Titik berat Bahan Bakar

Wbb = 3.18 Ton
 KG = 1.525 m ; Tinggi FO Tank dibagi 2
 LCG = 9.36 Dari AP ; Panjang FO Tank dibagi 2
 = -18.09 Dari FP
 Momen LCG = -57.56880075
 Momen KG = 4.853091274

C) Titik berat Minyak Lumas

Wlo = 0.0858 Ton
 KG = 1.525 m ; Tinggi LO Tank dibagi 2

$$\begin{aligned}
 \text{LCG} &= 7.67 \text{ Dari AP} && ; \text{ Panjang LO Tank dibagi 2} \\
 &= -19.78 \text{ Dari FP} \\
 \text{Momen LCG} &= -1.697 \\
 \text{Momen KG} &= 0.131
 \end{aligned}$$

D) Titik berat Crew dan Bawaan di deck house at main deck

$$\begin{aligned}
 W_{cr} &= 0.57 \text{ Ton} \\
 KG &= 4.05 \text{ m} \\
 \text{LCG} &= 5.1 \text{ Dari AP} \\
 &= -22.35 \text{ Dari FP} \\
 \text{Momen LCG} &= -12.7395 \\
 \text{Momen KG} &= 2.3085
 \end{aligned}$$

E) Titik berat Crew dan Bawaan di Second deck houses

$$\begin{aligned}
 W_{cr} &= 0.57 \text{ Ton} \\
 KG &= 6.55 \text{ m} \\
 \text{LCG} &= 5.95 \text{ Dari AP} \\
 &= -33.4 \text{ Dari FP} \\
 \text{Momen LCG} &= -19.038 \\
 \text{Momen KG} &= 3.7335
 \end{aligned}$$

F) Titik berat Crew dan Bawaan di Wheelhouses

$$\begin{aligned}
 W_{cr} &= 0.19 \text{ Ton} \\
 KG &= 9.05 \text{ m} && ; \text{ Tinggi LO Tank dibagi 2} \\
 \text{LCG} &= 6.3 \text{ Dari AP} && ; \text{ Panjang LO Tank dibagi 2} \\
 &= -21.2 \text{ Dari FP} \\
 \text{Momen LCG} &= -4.0185 \\
 \text{Momen KG} &= 1.7195
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KG Consumable} &= 2.10 \\
 \text{LCG Consumable} &= -1.21157668 \text{ Dari FP} \\
 W_{cons} &= 9.955896499 \\
 W \times KG &= 20.92 \\
 W \times LCG &= -12.06233202
 \end{aligned}$$

5. Titik berat Payload

$$\begin{aligned}
 \text{Payload} &= 856.25 \text{ Ton} \\
 KG &= 3.435 \text{ m} \\
 \text{LCG} &= 27.450 \text{ Dari AP} \\
 \text{LCG} &= -26.298 \text{ Dari FP} \\
 W \times KG &= 2941.231 \\
 W \times LCG &= -22517.755 \text{ Dari FP}
 \end{aligned}$$

Titik Berat Total

KG	=	3.116 m	
LCG	=	-28.071	Dari FP
	=	26.829	Dari AP

Perhitungan dan Koreksi Freeboard

(Reference : International Convention on Load Lines 1966 and protocol of 1988)

Input

:
Lpp = 49.76 m
Lwl = 53.98 m
B = 15.25 m
H = 3.05 m
T = 2.10 m
Cb = 0.88
v = 1547.19 m³

Input data

L = Length
96% Lwl pada
→ 0,85D
→ Lpp pada 0,85D
Diambil yang
terbesar

Pendekatan
:

0,96 Lwl pada
0,85D = 51.817 m
Lpp pada 0,85D = 49.755 m

L = 51.817 m

Cb = v

L.B. D_1

$$Cb = \frac{D_1}{0.880} = \frac{85\%D}{2.593} = \frac{2.593}{0.880} \text{ m}$$

s = Panjang superstructure

$$= \frac{\text{Panjang}}{L_{fc} = \text{Forecastle}} = 5.40 \text{ m}$$

Perhitungan :

1. Tipe Kapal :

Tipe

A : Kapal dengan persyaratan salah satu dari :

- 1) Kapal yang didesain memuat muatan cair dalam bulk
- 2) Kapal yang mempunyai integritas tinggi pada geladak terbuka dengan akses bukaan ke kompartemen yang kecil, ditutup sekat penutup baja yang kedap atau material yang equivalent
- 3) Mempunyai permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh

Kapal tipe A : Tanker, LNG Carrier

Tipe

B : Kapal yang tidak memenuhi persyaratan pada kapal tipe A.

Kapal tipe B : Grain carrier, Ore carrier, general cargo, passenger ship, Ro-ro

2. Freeboard standard (Fb)

Yaitu freeboard yang tertera pada tabel freeboard standar sesuai dengan tipe kapal.

$$Fb = 415 \text{ mm}$$

$$\text{Freeboard awal Standar} = 0.8 * L \quad ; \text{KM no 3 tahun 2005}$$

$$= 41.453568 \text{ cm}$$

$$= 414.53568 \text{ mm}$$

3. Koreksi-Koreksi

Correction for ship under 100

1) m in length

Untuk kapal dengan panjang $24 < L < 100$ m dan mempunyai superstructure tertutup dengan panjang efektif mencapai 35%L

$$Fb_1 = \frac{7.5 (100-L)(0.35 - E/L)}$$

E = Total panjang efektif superstructure

$$= 5.40 \text{ m}$$

= E < 35% L, tidak ada koreksi

$$\text{Koreksi} = 88.82074234 \text{ mm}$$

$$Fb_1 = 0 \text{ mm}$$

$$35\%L = \frac{18.13593}{6} \text{ m}$$

2) Block Coefficient Correction

Jika $C_b >$

0,68 :

$$Fb_2 = \left[\frac{Fb \cdot [(C_b + 0,68)]}{1,36} \right]$$

$$\text{Koreksi} = 101.883 \text{ mm}$$

$$Fb_2 = 101.883 \text{ mm}$$

Depth

3) Correction

Koreksi dilakukan apabila $D > L/15$

$$Fb_3 = R (D - L/15)$$

0.9 0.9

1 11.7

501.

13 7

$$R = L/0,48 \quad \text{Untuk } L < 120 \text{ m}$$

$$R = 250 \quad \text{Untuk } L > 120 \text{ m}$$

$$L/15 = 3.454 \text{ m}$$

$$D = 3.05 \text{ m}$$

Maka, tidak koreksi

$$Fb_3 = 0.000$$

Jika $D < L/15$, tidak ada pengurangan kecuali jika mempunyai superstructure tertutup sebesar $0,6 L$

Amidship

$$\text{Superstructure tertutup} = 5.40 \text{ m} = 0.208 L$$

$$\text{Maka, } Fb_3 = 0.000 \text{ mm}$$

4) Koreksi Bangunan atas

$$\text{Bila } h < h_s, \text{ maka } l_s = (h/h_s) * l$$

$$\text{Bila } h > h_s, \text{ maka } l_s = 5.4 \text{ l}$$

Tinggi bangunan

$$h =$$

$$\text{atas} = 2.5 \text{ m}$$

hs =		Tinggi standar bangunan atas =	1.8	m
l =		Panjang bangunan atas =	5.40	m
ls =		Panjang superstructure efektif =	5.40	m
E =	5.40	m		
x.L =	0.1	L		

Jika $E < 1.0 L$ maka harga pengurangan freebard diperoleh dari presentase dibawah ini :

	Total Panjang Efektif Superstructure										
x . L	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Prosentase Pengurangan											
	0	7	14	21	31	41	52	63	75. 3	87. 7	10 0

Bila E berada diantaranya maka harga E diperoleh dengan interpolasi linier

%Fb4 = 7%
Fb4 = -29.0174976 mm

5) Koreksi
Sheer

Bila kapal menggunakan sheer standart, maka tidak ada koreksi sheer.

Kapal SPWB tidak menggunakan sheer, maka :

Koreksi Lengkung memanjang kapal (LMK)

Tinggi Sheer di FP = 0 m (sf)

Tinggi sheer di AP = 0 m (Sa)

$$A = \frac{1}{6} [2.5 (L+30) - 100(Sf-Sa)] \times [0,75 - (S / 2L)]$$

$$23.7914688$$

$$A = 5 \text{ mm}$$

$$B = 0.125 * L = 6.47712 \text{ mm}$$

$$S = \sum ls = 5.40 \text{ mm}$$

Bila :

$$A > 0$$

Koreksi

$$LMK = A$$

$$A < 0 \text{ dan } ABS(A) > B$$

Koreksi

$$LMK = B$$

$$A < 0 \text{ dan } ABS(A) < B$$

Koreksi

$$LMK = A$$

Koreksi

$$LMK = 23.791 \text{ mm}$$

Correction of minimum bow

6) height

Kapal SPWB tidak menggunakan bow, maka

$$Fb_6 = 0 \text{ m}$$

Pengurangan freeboard karena

7) tutup palkah

tabel pengurangan freeboard menurut KM no. 3 tahun

2005

panjang
kapal (L)

Pengurangan Fb
(cm)

0

4

karena panjang kapal berada diantara 0-100 meter, maka

100

4

nilai pengurangan freeboard dapat dicari melalui

110

5

interpolasi

120

8

Pengurangan : 4 cm

130

12

365

12

Rekapitulasi

Correction for ship under 100

1) m in length 0 mm

2) Block Coefficient Correction 101.883 mm

Depth

3) Correction 0 mm

-

29.017497

4) Koreksi Bangunan atas 6 mm

Koreksi

5) Sheer 0 mm

Correction of minimum bow

6) height 0 mm

7) pengurangan freeboard akibat tutup palkah -40 mm

Total Freeboard 447.40 mm

Actual Freeboard (H-T) 950.00 mm

Kondisi Freeboard OK

Perhitungan Stabilitas

Stabilitas kapal merupakan kemampuan kapal atau benda apung untuk kembali ke kondisi awal, setelah diberikan gaya atau gangguan, sehingga perhitungan stabilitas merupakan salah satu komponen yang paling penting dalam proses teknis perancangan kapal. Pemeriksaan kondisi dilakukannya mengetahui karakteristik kapal untuk setiap kondisi pemutan yang berbeda (*loadcase*). Dalam perhitungan stabilitas ini digunakan *software* Maxsurf *Stability*, guna mengetahui kondisi stabilitas kapal, dimana dalam penghitungannya terdapat beberapa variasi pemuatan (*loadcase*) meningkat kapal berlayar tidak selalu dalam kondisi muatan ataupun tangki- tangki kebutuhan dalam kondisi penuh.

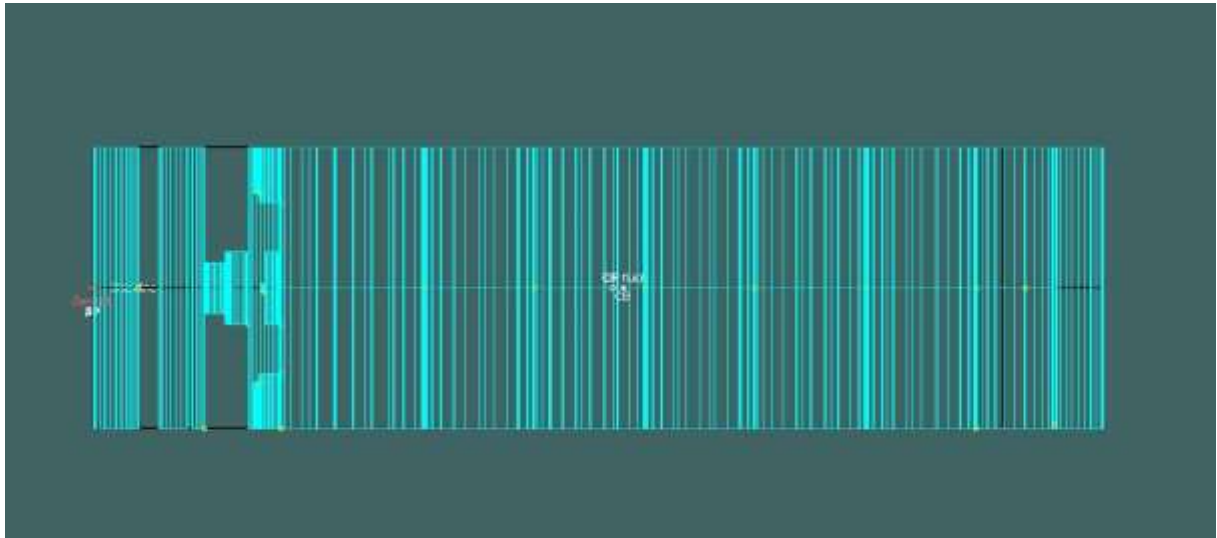
Terdapat sembilan jenis variasi *loadcase* yang digunakan diantaranya:

- *Loadcase 1* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 2* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 3* : Kondisi ketika tangki muatan penuh (98%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)
- *Loadcase 4* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 5* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 6* : Kondisi ketika tangki muatan tidak penuh (78%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)
- *Loadcase 7* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar penuh (100%)
- *Loadcase 8* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (50%)
- *Loadcase 9* : Kondisi ketika tangki muatan kosong (0%), dan tangki bahan bakar tidak penuh (10%)

Berikut ini merupakan langkah pengerjaannya :

- Membuka *file* model kapal yang telah dibuat sebelumnya menggunakan Maxsurf Modeler

- Setelah model kapal berhasil di *load*, dilakukan perencanaan tata letak tangki sesuai dengan *general arrangement*



- Setelah menentukan posisi masing-masing tangki selanjutnya dilakukan penentuan massa jenis dari isi tangki penentuan dapat disesuaikan dengan tabel masa jenis yang terdapat pada *software* dan juga ditambahkan sendiri dengan memilih massa jenis custom.

	Fluid	Code	Specific gravity	Density tonne/m ³	Density bbls/t	API Gravity	Co
1	Sea Water	S	1.0250	1.0250	6.1364		
2	Water Ballast	B	1.0250	1.0250	6.1364		
3	Fresh Water	W	1.0000	1.0000	6.2898		
4	Diesel	D	0.8400	0.8400	7.4879	36.95	
5	Fuel Oil	F	0.9443	0.9443	6.6608	18.35	
6	Lube Oil	L	0.9200	0.9200	6.8368	22.30	
7	ANS Crude	C	0.8883	0.8883	7.0807	27.79	
8	DMA (ISO 8217)	DMA	0.8900	0.8900	7.0672	27.49	
9	DMB (ISO 8217)	DMB	0.9000	0.9000	6.9887	25.72	
10	DMC (ISO 8217)	DMC	0.9200	0.9200	6.8368	22.30	
11	Gasoline leaded	G	0.7499	0.7499	8.3875	57.19	
12	Unlead. Gas.	U	0.7499	0.7499	8.3875	57.19	
13	JFA	J	0.8203	0.8203	7.6677	41.00	
14	MTBE	M	0.7471	0.7471	8.4190	57.90	
15	Gasoil	GO	0.8524	0.8524	7.3789	34.50	
16	Slops	SL	0.9130	0.9130	6.8892	23.48	
17	Custom 1	C1	0.5581	0.5581	11.2697	122.03	
18	Custom 2	C2	1.0000	1.0000	6.2898	10.00	

Default Densities

OK Cancel

- Setelah semua data diisi, dilanjutkan dengan penentuan *loadcase* dimana pada penentuan *loadcase* ini, dapat ditentukan banyak muatan yang terdapat pada masing-masing tangki.
- Setelah itu dipilih kriteria stabilitasnya lalu pengecekan stabilitas dapat dijalankan.
- Bila semua data yang diperlukan telah dimasukan akan diperoleh hasil sesuai dengan kriteria, dimana kapal dikatakan memenuhi stabilitas bila nilai yang diperoleh lebih besar dari standar kriteria yang ditentukan, adapun kriterianya:
 - Ketika lengan pengembali GZ pada sudut oleng $>30^\circ$, luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $0^\circ - 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,055 m.rad atau 3,151 m.deg.

$$(\theta > 30^\circ, \text{e } 0^\circ - 30^\circ \geq 3,151 \text{ m.deg})$$
 - Luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $30^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,030 m.rad atau 1,719 m.deg.

$$(\text{e } 30^\circ - 40^\circ \geq 1,719 \text{ m.deg})$$
 - Lengan pengembali GZ pada sudut oleng $\geq 30^\circ$ tidak boleh kurang dari 0.200 m.

$$(\text{GZ } 30^\circ \text{ atau lebih } \geq 0,2 \text{ m})$$
 - Lengan pengembali(*GZcurve*) maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya tidak boleh kurang dari 25° .

$$(\theta_{\text{Maks}} \geq 25^\circ)$$
 - Tinggi titik metacenter awal (*GMo*) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

$$(\text{GM}^\circ \geq 0,15 \text{ m})$$
 - Luasan area di bawah kurva lengan pengembali(*GZcurve*) antara sudut $0^\circ - 40^\circ$ tidak boleh kurang dari 0,090 m.rad 5,157 m.deg

$$(\text{e } 0^\circ - 40^\circ \geq 5,157 \text{ m.deg})$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi dari hasil perhitungan stabilitas menggunakan *software* Maxsurf Stabiity:

Data	Loadcase 1	Loadcase 2	Loadcase 3	Loadcase 4	Loadcase 5	Loadcase 6	Loadcase 7	Loadcase 8	Loadcase 9	Criteria Intact Stability	Kondisi
e_{0-30° (m.deg)	29.5175	29.5257	29.6769	30.4415	30.3967	30.5262	63.8818	63.8885	64.1084	≥ 3.1513	DITERIMA
e_{0-40° (m.deg)	43.6899	43.7193	43.9381	44.1222	44.0672	44.2462	93.9874	94.0082	94.3145	≥ 5.1566	DITERIMA
e_{30-40° (m.deg)	14.1724	14.1936	14.2612	13.6807	13.6705	13.72	30.1056	30.1197	30.2061	≥ 1.7189	DITERIMA
h_{30° (m.deg)	1.452	1.453	1.46	1.415	1.413	1.418	3.065	3.065	3.074	≥ 0.2	DITERIMA
θ_{max} (deg)	28.8	28.8	28.8	28.2	28.2	28.2	28.8	28.8	28.8	≥ 25	DITERIMA
GM_0 (m)	6.972	6.897	6.891	6.742	6.687	6.703	10.886	10.832	10.868	≥ 0.15	DITERIMA

PERHITUNGAN TRIM KAPAL

Perhitungan trim dilakukan untuk mengetahui apakah kapal mengalami trim buritan atau trim haluan, dimana kondisi kapal akan berubah secara otomatis akibat perubahan kondisi pemuatan. Pemeriksaan trim ini mengacu pada SOLAS Reg. II/7, dimana kondisi trim maksimum yang diperbolehkan adalah 0.5% Lpp. Berikut merupakan proses penghitungan trim menggunakan metode Parsons

$$\begin{aligned}
 KB/T &= 0.9 - 0.3C_m - 0.1C_b \\
 &= 0.51 \\
 KB &= KB/T \times T \\
 &= 1.08 \\
 C_1 &= 0.1216C_w - 0.041 \\
 &= 0.08 \\
 IT &= C_1 \times L_{pp} \times B^3 \\
 &= 15693.40 \\
 BMT &= IT/v \\
 &= 10.14 \\
 CIL &= 0.35C_w^2 - 0.405C_w + 0.146 \\
 &= 0.09 \\
 IL &= CIL \times B \times L_{pp}^3 \\
 &= 229629.81
 \end{aligned}$$

BML	=	IL / V
	=	148.42
GML	=	BML + KB - KG
	=	146.38
Trim	=	Ta - Tf
	=	(LCG - LCB) x L / GML
	=	0.229
Kondisi	=	trim buritan
Persentase	=	0.42%

Rekapitulasi Perhitungan Trim

Trim Summary		
No	Item	Result
1	KB/T	0.51
2	KB/T	1.08
3	C1	0.08
4	IT	15693.40
5	BMT	10.14
6	CIL	0.09
7	IL	229629.81
8	BML	148.42
9	GML	146.38
10	Trim	0.229

Pada perhitungan diperoleh nilai trim sebesar 0.229 yang merupakan trim buritan, dimana hasil bila mengacu pada kriteria SOLAS Reg. II/7 dimana trim yang diijinkan sebesar 0.5% Lwl atau sebesar 0.229 m, perhitungan pemenuhan *trim* dapat terpenuhi.

Building Cost

Baja Kapal & Elektroda	No	Item	Value	Unit
	1	Harga Beli Kapal 180 ft		
		Harga	525000.00	USD/ton
			1.00	
		Harga Lambung Kapal (hull)	525000.00	USD
	2	Bangunan atas dan superstructure		
		<i>(tebal pelat geladak = 8 mm, jenis material = baja)</i>		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat geladak	81.20	ton
		Harga Lambung Kapal (deck)	57976.80	USD
	3	Palkah (Dinding dan Penutup)		
		<i>(tebal pelat geladak = 8 mm, jenis material = baja)</i>		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat Palkah (Dinding dan Penutup)	21.642	ton
		Harga Palkah (Dinding dan Penutup)	15452.71	USD
	4	Konstruksi Lambung		
		Harga	714.00	USD/ton
		Berat konstruksi	81.082	ton
		Harga Konsruksi Lambung	57892.5	USD
	5	Elektroda		
		<i>(diasumsikan 6% dari berat baja kapal)</i>		
		<i>Sumber: Nekko Steel - Aneka Maju.com</i>		
		Harga	2623	USD/ton
		Berat baja kapal total (hull, deck, konst)	36.529	ton
		Harga Elektroda	95820	USD
	Total Harga Baja Kapal		736689	USD

No	Item	Value	Unit
1	Aerator Ikan		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	1	unit
	Harga per unit	314	USD
	Harga Krane	314	USD
2	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	25,000	USD

3	Harga jangkar	50,000	USD
	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	10,000	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	3,000	USD
	Lampu Navigasi		
	- Masthead Light	70.0	USD
	- Anchor Light	30.0	USD
	- Starboard Light	120	USD
	- Portside Light	120	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	35,460	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	172	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	186	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	12,500	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	419	USD
	Harga total	419	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	500	USD
	Harga total	1,000	USD
	SSAS		

		Jumlah	1	Set
		Harga per set	19,500	USD
		Harga total	19,500	USD
		Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
		Jumlah	2	Unit
		Harga per unit	87	USD
		Harga total	174	USD
		Harga Peralatan Komunikasi	33,951	
	4	Rescue Boat		
		Jumlah	0	Unit
		Harga per unit	700	USD
		Harga total	0	USD
	5	Freefall Lifeboat		
		Jumlah	1	Unit
		Harga per unit	35,800	USD
		Harga total	35,800	USD
	6	Lifebuoy		
		Jumlah	4	Unit
		Harga per unit	30	USD
		Harga total	120	USD
	Total Harga Equipment & Outfitting		155645	USD

Tenaga Penggerak	c	Item	Value	Unit
	1	Inboard Motor		
		<i>Sumber : Alibaba.com</i>		
		Jumlah inboard motor	2	unit
		Harga per unit	15500	USD/unit
		Shipping Cost	500	USD
		Harga Inboard Motor	31500	USD
	2	Komponen Kelistrikan		
		Power Control Unit	600	USD
		ACOS	412	USD
		AC/DC Inverter	150	USD
		Saklar, kabel, dll	100	USD
		Fuel Cell Stack	1,400	USD
		Harga Komponen Kelistrikan	2,662	USD
	3	Genset		
		<i>Sumber : Alibaba.com</i>		
		Jumlah Genset	1	unit

	Harga per unit	52000	USD/unit
	Shipping Cost	500	USD
	Harga Genset	52500	USD
	Total Harga tenaga penggerak	86662	USD

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Baja Kapal & Elektroda	736689	USD
2	Total Harga Equipment & Outfitting	155645	USD
3	Tenaga Penggerak	86662	USD
Total Harga (USD)		978996	USD
Kurs Rp - USD (per 1 Desember 2015, BI)		13343	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		13,062,739,445.36	Rp

Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

sumber: Tugas Akhir "Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat Di Perairan Teluk Jakarta", 2012

No	Item	Value	Unit
Koreksi Ekonomi	1 Keuntungan Galangan		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Keuntungan Galangan	1,306,273,944.54	Rp
	2 Biaya Untuk Inflasi		
	2% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Inflasi	261,254,788.91	Rp
	3 Biaya Pajak Pemerintah		
	10% dari biaya pembangunan awal		
	Biaya Pajak Pemerintah	1,306,273,944.54	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		2,873,802,677.98	Rp

Jadi, total harga kapal adalah

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Pembangunan} + \text{Profit Galangan} + \text{Biaya Inflasi} + \text{Pajak Pemerintah} \\
 &= 13,062,739,445 + 1,306,273,945 + 261,254,789 + \\
 &\quad 1,306,273,945 \\
 &= \mathbf{Rp15,936,542,123.34}
 \end{aligned}$$

II. Gaji Pekerja

No	Item	Person	monthly payment (Rp)/person	Annual payment (Rp)/person	monthly payment (Rp)	Annual payment (Rp)
1	Nahkoda	1	30,000,000.00	360,000,000.00	30,000,000.00	360,000,000.00
2	Mualim I	1	27,000,000.00	324,000,000.00	27,000,000.00	324,000,000.00
3	Mualim II	1	25,000,000.00	300,000,000.00	25,000,000.00	300,000,000.00
4	Mualim III	1	23,000,000.00	276,000,000.00	23,000,000.00	276,000,000.00
5	Juru Mudi	3	9,000,000.00	108,000,000.00	27,000,000.00	324,000,000.00
6	Serang	1	8,000,000.00	96,000,000.00	8,000,000.00	96,000,000.00
7	Kelasi	3	6,000,000.00	72,000,000.00	18,000,000.00	216,000,000.00
8	Operator Radio	1	5,000,000.00	60,000,000.00	5,000,000.00	60,000,000.00
9	Pelayan	1	4,000,000.00	48,000,000.00	4,000,000.00	48,000,000.00
10	Koki	1	8,000,000.00	96,000,000.00	8,000,000.00	96,000,000.00
TOTAL				1,740,000,000.00	175,000,000.00	2,100,000,000.00

Operasional Cost

Bank Mandiri

Cash Loan
Kredit Investasi
Kredit investasi adalah kredit jangka menengah/panjang yang diberikan kepada (calon) debitur untuk membiayai barang-barang modal dalam rangka rehabilitasi, modernisasi, perluasan ataupun pendirian proyek baru, misalnya untuk pembelian mesin-mesin, bangunan dan tanah untuk pabrik, yang pelunasannya dari hasil usaha dengan barang-barang modal yang dibiayai.
Ketentuan :
<ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai Feasibility Study. • Mempunyai izin-izin usaha, misalnya SIUP, TDP, dll. • Maksimum jangka waktu kredit 15 tahun dan masa tenggang waktu (Grace Period) maksimum 4 tahun. • Agunan utama adalah usaha yang dibiayai. Debitur menyerahkan agunan tambahan jika menurut penilaian Bank diperlukan. • Maksimum pembiayaan bank 65% dan Self Financing (SF) 35%.
Bunga :
Suku bunga kredit 13,5 % *)

Pinjaman Bank

Biaya	Nilai	Unit
Building Cost	15,936,542,123	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	10,358,752,380	Rp
Bunga Bank	13.5%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	1,398,431,571	Per tahun
Masa Pinjaman	4	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	3,988,119,666	Rp

Gaji Crew Kapal

Jumlah crew kapal	14	orang
Total Gaji crew kapal per bulan	Rp 175,000,000	per bulan
Total Gaji crew kapal per tahun	Rp 2,100,000,000	per tahun

Biaya Perawatan		
Diasumsikan 10% total dari building cost		
Total maintenance cost	Rp 1,593,654,212	per tahun

Asuransi		
Diasumsikan 2% total dari building cost		
Biaya asuransi	Rp 318,730,842	per tahun

Perbekalan Dan Minyak Pelumas :		
$C_{Sup} = K1.N + K2 (Lpp.B.T)^{0.25} + K3.P_{MCR}^{0.7}$		
K1 =		3500
K2 =		4000
K3 =		200
Estimasi biaya perbekalan dan minyak pelumas	\$	95,350.56
	Rp	1,272,262,474

OPERATIONAL COST		
Biaya	Nilai	Masa
Cicilan Pinjaman	Rp 3,988,119,666	per tahun
Gaji Crew	Rp 2,100,000,000	per tahun
Biaya Perawatan	Rp 1,593,654,212	per tahun
Asuransi	Rp 318,730,842	per tahun
Estimasi Biaya Perbekalan dan Perlengkapan	Rp 1,272,262,474	per tahun
Total	Rp 9,272,767,196	per tahun

**VOYAGE
COST :**

1. **Fuel Cost**

Biaya Bahan Bakar (MFO)	frekuensi	=	12
	Konsumsi Bahan Bakar	=	2995
	Biaya Bahan Bakar	=	230,028,183.00
Biaya Bahan Bakar (MDO)	Trip	=	12
	Konsumsi Bahan Bakar	=	1638
	Biaya Bahan Bakar	=	Rp125,796,663
Rp355,824,846			
Harga bbm			Satuan
mfo	=	Rp6,400	/liter
mdo	=	Rp6,400	/liter

2. **Fresh Water Cost :**

1 ton	=	3.215	m3
Konsumsi Air Tawar	=	1231.65	ton/tahun
	=	3,960	m3/tahun
Harga Air Tawar	=	16250	/m3
Total biaya air tawar	=	Rp64,350,761	/tahun

3. **Port Charges :**

GT kapal	=	2249.99	m3
----------	---	---------	----

Pelabuhan sumbawa			
1. Biaya labuh		Rp71,550	/call
3. Biaya Tambat		Rp323,998	/call
4. Biaya Tunda	Tetap	Rp360,000	/call
	Variabel	Rp54,000	/call
5. Biaya Pandu	tetap	Rp120,000	/call
	Variabel	Rp63,000	/call
Total Biaya		Rp992,547	/call
Pelabuhan bali			
1. Biaya labuh		Rp85,050	Rupiah
3. Biaya Tambat		Rp458,997	Rupiah
4. Biaya Tunda	Tetap	Rp558,000	Rupiah
	Variabel	Rp20,250	Rupiah

5.Biaya Pandu	tetap	Rp156,800	Rupiah
	Variabel	Rp89,999	Rupiah
Total Biaya		Rp1,369,096	Rupiah
Total (Sumbawa Barat + Bali)		Rp2,361,643	/RTD
		Rp28,339,721	/tahun

<u>VOYAGE COST</u>	=	Rp448,515,327	/tahun
---------------------------	---	---------------	--------

Cargo Handling Cost

Tarif Pelayanan Petikemas				
Nama Pelabuhan	Muat Ikan			
	Jasa bongkar muat		Jasa Angkut/ Gang	
Bali	450,000			
Sumbawa	450,000			

Produksi Sumbawa		10,608	Ton/tahun
Load Factor :	100%	10,608.00	Ton/tahun
Ikan	100%	10,608.00	Ton/tahun

Produksi Bali		-	Ton/tahun
Load Factor :	100%	-	Ton/tahun
Ikan	100%	-	Ton/tahun

Produksi	Persentase dari total Produksi		
Total		10,608	Ton/tahun
Total Ikan	100%	10,608	Ton/tahun

Biaya Bongkar Muat ikan		
Pelabuhan Subawa		
Bongkar	-	Rp/tahun
Muat	4,773,600,000	Rp/tahun
Pelabuhan Bali		
Bongkar	4,773,600,000	Rp/tahun
Muat	-	Rp/tahun
TOTAL	9,547,200,000	Rp/tahun

Total Cargo Handling Cost = 9,547,200,000 Rp/tahun

Aliran Kas :

voyage calculation

no	uraian		total biaya	satuan
1	capital cost	:	Rp15,936,542,123	/tahun
2	Operating cost	:	Rp9,272,767,196	/tahun
3	voyage cost	:	Rp448,515,327	/tahun
4	Cargo Handling Cost	:	Rp9,547,200,000	/tahun
Total			Rp35,205,024,646	/tahun

kapasitas produksi

No	Uraian		Jumlah	Satuan
1	Payload	:	673	ton
2	Load Faktor	:	100%	
3	Frekuensi	:	12	kali
4	Produksi	:	16146	ton/tahun

Tarif untuk ikan

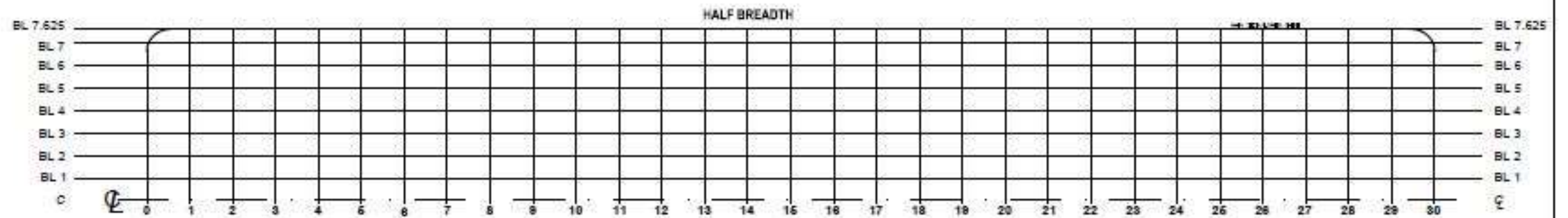
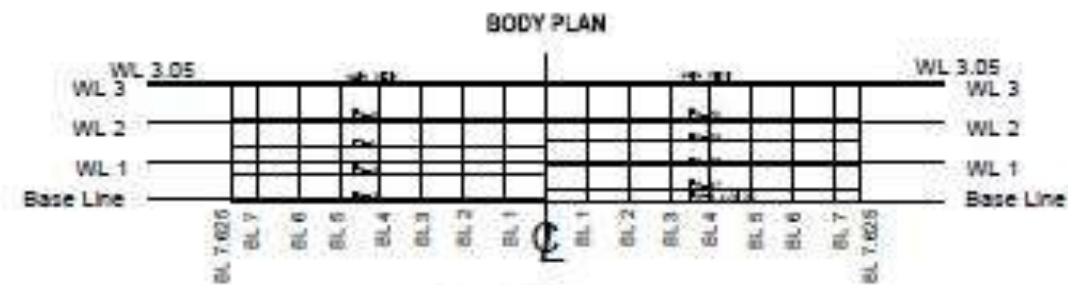
No	Uraian		Jumlah	Satuan
1	Capital Cost	:	Rp15,936,542,123	/tahun
2	Operating Cost	:	Rp9,272,767,196	
3	Voyage Cost	:	Rp448,515,327	
4	Cargo Handling Cost	:	Rp9,547,200,000	
5	Total Produksi	:	10608	ton/tahun
6	Unit cost	:	3,318,724.04	/ton
7	Target Profit	:	10%	
8	Tarif	:	Rp3,650,596	/ton
	Pembulatan	:	Rp3,651,000	/ton

[illegible]

No	Division	Series	Initial	Table																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Investasi		Rp 15,936,542,123																				
2	Produksi			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
3	Konsumsi			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		dan		10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	10608	
4	Perampokan Tarif	Orbitum	2%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	
5	Tarif			Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	
	dan			Rp 3,651,000	Rp 3,651,000	Rp 3,724,020	Rp 3,724,020	Rp 3,724,020	Rp 3,798,200	Rp 3,798,200	Rp 3,798,200	Rp 3,874,470	Rp 3,874,470	Rp 3,874,470	Rp 3,951,960	Rp 3,951,960	Rp 3,951,960	Rp 4,030,999	Rp 4,030,999	Rp 4,030,999	Rp 4,111,619	Rp 4,111,619	
	Perampokan dan	Itanium	100%	Rp 38,729,300,000	Rp 38,729,300,000	Rp 39,304,404,160	Rp 39,304,404,160	Rp 39,304,404,160	Rp 40,294,492,243	Rp 40,294,492,243	Rp 40,294,492,243	Rp 41,100,382,083	Rp 41,100,382,083	Rp 41,100,382,083	Rp 41,922,389,730	Rp 41,922,389,730	Rp 41,922,389,730	Rp 42,760,837,534	Rp 42,760,837,534	Rp 42,760,837,534	Rp 43,616,034,275	Rp 43,616,034,275	
	Total Perampokan			Rp 38,729,300,000	Rp 38,729,300,000	Rp 39,304,404,160	Rp 39,304,404,160	Rp 39,304,404,160	Rp 40,294,492,243	Rp 40,294,492,243	Rp 40,294,492,243	Rp 41,100,382,083	Rp 41,100,382,083	Rp 41,100,382,083	Rp 41,922,389,730	Rp 41,922,389,730	Rp 41,922,389,730	Rp 42,760,837,534	Rp 42,760,837,534	Rp 42,760,837,534	Rp 43,616,034,275	Rp 43,616,034,275	
7	Perampokan Biaya	Orbitum	2%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	102%	100%	100%	102%	100%	100%	
8	Capital cost	Itanium		Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	Rp 15,936,542,123	
9	Operating cost	Itanium		Rp 9,272,767,196	Rp 9,272,767,196	Rp 9,458,222,540	Rp 9,458,222,540	Rp 9,458,222,540	Rp 9,647,386,990	Rp 9,647,386,990	Rp 9,647,386,990	Rp 9,841,334,730	Rp 9,841,334,730	Rp 9,841,334,730	Rp 10,037,141,425	Rp 10,037,141,425	Rp 10,037,141,425	Rp 10,237,084,253	Rp 10,237,084,253	Rp 10,237,084,253	Rp 10,442,641,938	Rp 10,442,641,938	
10	Wage cost	Itanium		Rp 448,313,327	Rp 448,313,327	Rp 457,485,634	Rp 457,485,634	Rp 457,485,634	Rp 466,633,346	Rp 466,633,346	Rp 466,633,346	Rp 475,948,053	Rp 475,948,053	Rp 475,948,053	Rp 485,487,414	Rp 485,487,414	Rp 485,487,414	Rp 495,197,163	Rp 495,197,163	Rp 495,197,163	Rp 505,101,106	Rp 505,101,106	
11	Cargo Handling Cost	Itanium		Rp 9,342,300,000	Rp 9,342,300,000	Rp 9,738,144,000	Rp 9,738,144,000	Rp 9,738,144,000	Rp 9,932,906,880	Rp 9,932,906,880	Rp 9,932,906,880	Rp 10,131,565,008	Rp 10,131,565,008	Rp 10,131,565,008	Rp 10,334,196,318	Rp 10,334,196,318	Rp 10,334,196,318	Rp 10,540,280,244	Rp 10,540,280,244	Rp 10,540,280,244	Rp 10,751,697,049	Rp 10,751,697,049	
12	Total Cost	Itanium		Rp 35,203,024,646	Rp 35,203,024,646	Rp 35,390,394,297	Rp 35,390,394,297	Rp 35,390,394,297	Rp 35,983,471,340	Rp 35,983,471,340	Rp 35,983,471,340	Rp 36,384,409,924	Rp 36,384,409,924	Rp 36,384,409,924	Rp 36,793,367,280	Rp 36,793,367,280	Rp 36,793,367,280	Rp 37,210,303,784	Rp 37,210,303,784	Rp 37,210,303,784	Rp 37,633,983,017	Rp 37,633,983,017	
13	Earnings before taxes (EBT)			Rp 3,324,783,334	Rp 3,324,783,334	Rp 3,914,409,063	Rp 3,914,409,063	Rp 3,914,409,063	Rp 4,311,020,903	Rp 4,311,020,903	Rp 4,311,020,903	Rp 4,715,972,164	Rp 4,715,972,164	Rp 4,715,972,164	Rp 5,129,022,449	Rp 5,129,022,449	Rp 5,129,022,449	Rp 5,530,333,741	Rp 5,530,333,741	Rp 5,530,333,741	Rp 5,980,071,238	Rp 5,980,071,238	
14	Paid		12%	Rp 464,757,696	Rp 464,757,696	Rp 474,032,820	Rp 474,032,820	Rp 474,032,820	Rp 483,333,907	Rp 483,333,907	Rp 483,333,907	Rp 493,204,385	Rp 493,204,385	Rp 493,204,385	Rp 503,068,677	Rp 503,068,677	Rp 503,068,677	Rp 513,130,030	Rp 513,130,030	Rp 513,130,030	Rp 523,392,631	Rp 523,392,631	
15	Earnings after taxes (EAT)		-Rp 15,936,542,123	Rp 3,060,025,638	Rp 3,060,025,638	Rp 3,439,657,013	Rp 3,439,657,013	Rp 3,439,657,013	Rp 3,824,486,996	Rp 3,824,486,996	Rp 3,824,486,996	Rp 4,222,767,579	Rp 4,222,767,579	Rp 4,222,767,579	Rp 4,625,933,773	Rp 4,625,933,773	Rp 4,625,933,773	Rp 5,037,203,680	Rp 5,037,203,680	Rp 5,037,203,680	Rp 5,456,678,607	Rp 5,456,678,607	
16	cash		-Rp 15,936,542,123	-Rp 12,876,316,466	-Rp 9,204,400,000	-Rp 6,326,337,994	-Rp 2,893,76,780	-Rp 203,200,232	Rp 4,300,067,229	Rp 81,382,223	Rp 11,983,841,221	Rp 162,06,698,799	Rp 20,431,376,378	Rp 24,641,453,957	Rp 29,280,097,729	Rp 33,906,051,302	Rp 38,532,005,274	Rp 43,508,200,965	Rp 48,464,412,653	Rp 53,646,616,536	Rp 59,100,294,932	Rp 64,336,493,539	
			(11,043,974,74)	(963,099,08)	(735,703,49)	(477,893,36)	(220,003,70)	37,726,17	284,579,72	611,493,23	898,286,83	1214,764,96	1,531,243,08	1847,721,20	2,194,416,38	2,541,111,56	2,887,006,74	3,263,323,31	3,642,839,89	4,020,336,47	4,402,9310,87	4,802,652,27	
				-	-	-	-	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	0EP	
	MARR		10%																				
	NPV	Rp	101,223,785,000.67																				
	IRR		22%																				
	Payback period		5																				

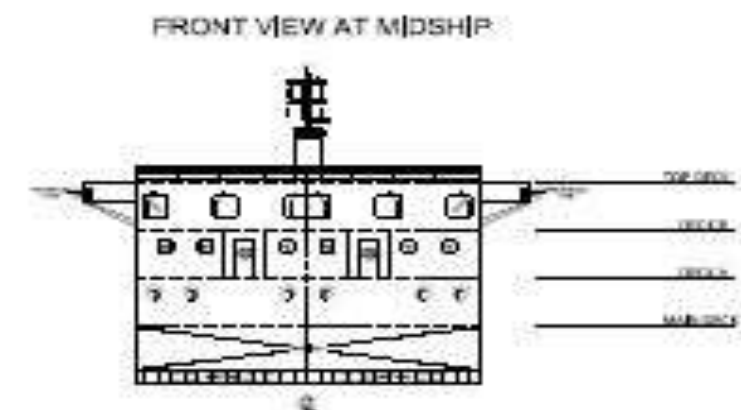
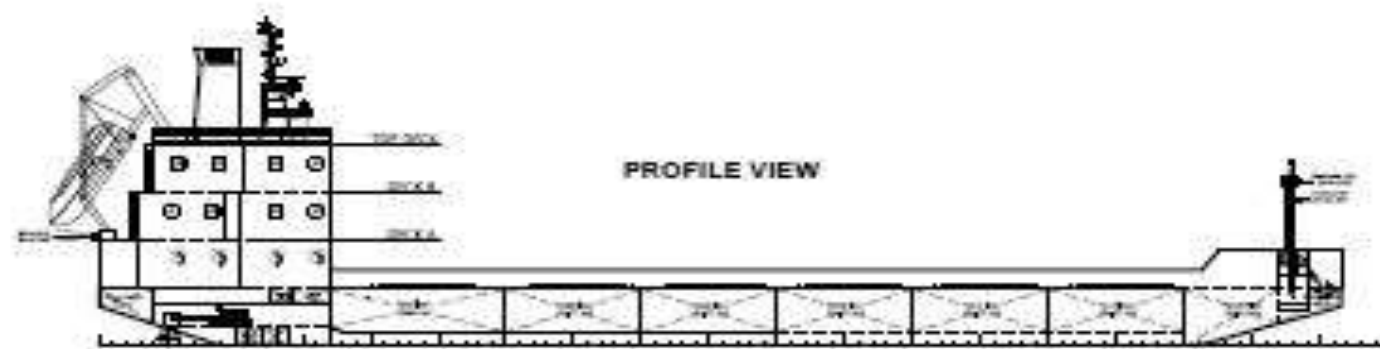
MARR	10%				
	Item	Value	Criteria	Min	Remarks
NPV		Rp101,823,705,001.67	Ok	0	Positive Incr. Wealth
PI		7.39	Ok	0	Null
IRR		22%	Ok	10%	MARR
BEP	tahun ke -	5	Ok		
	Accum cash on BEP	Rp503,380,232	Ok	0	Positive Accum Cash

LAMPIRAN GAMBAR

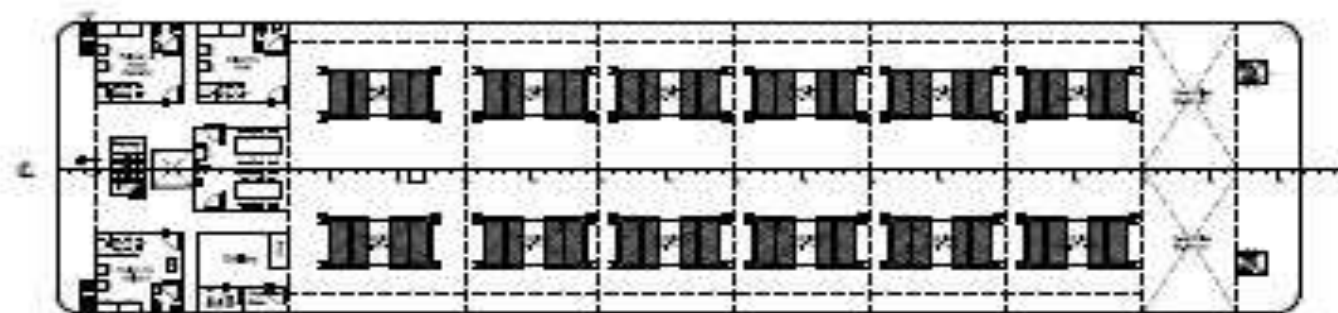
[illegible]

PRINCIPAL DIMENSIONS	
Depth (mm)	100
Internal width (mm)	54.5 (55)
Internal height	15.4 (15.5)
Internal length	104.5 (105)
Internal volume (l)	0.08
Internal pressure	0.00015 MPa
Compliance (ml)	14.1 (14.5) (ml)
Water vapour permeability	2.5 (1000) (g)

 <p>DEPARTEMEN OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>			
<p align="center">SPB KIM HENG</p>			
<p align="center">LINES PLAN</p>			
SCALE	1 : 100	DATE	01/10/2017
DRAWN BY	1 Male Gender Refinement		01/10/2017
APPROVED BY	Hasanudin, S.T., M.T.		01



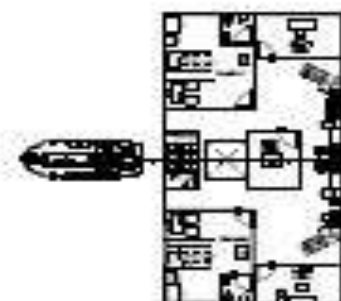
MAIN DECK



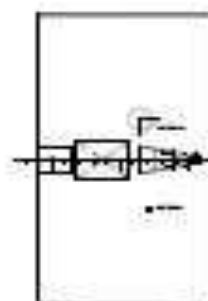
DECK A



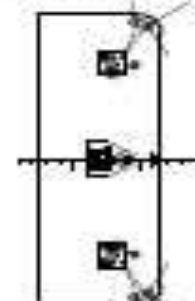
DECK B



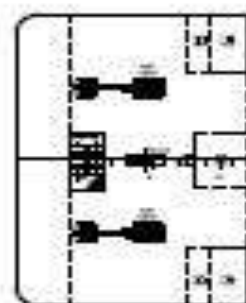
TOP DECK



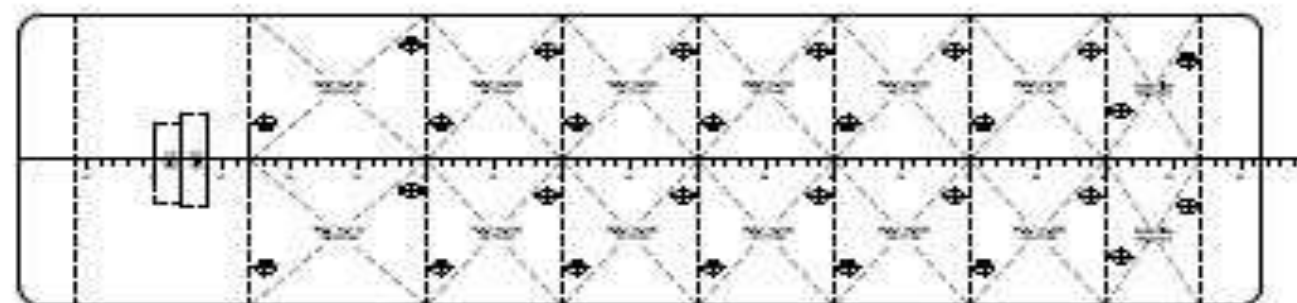
FORECASTLE



ENGINE ROOM



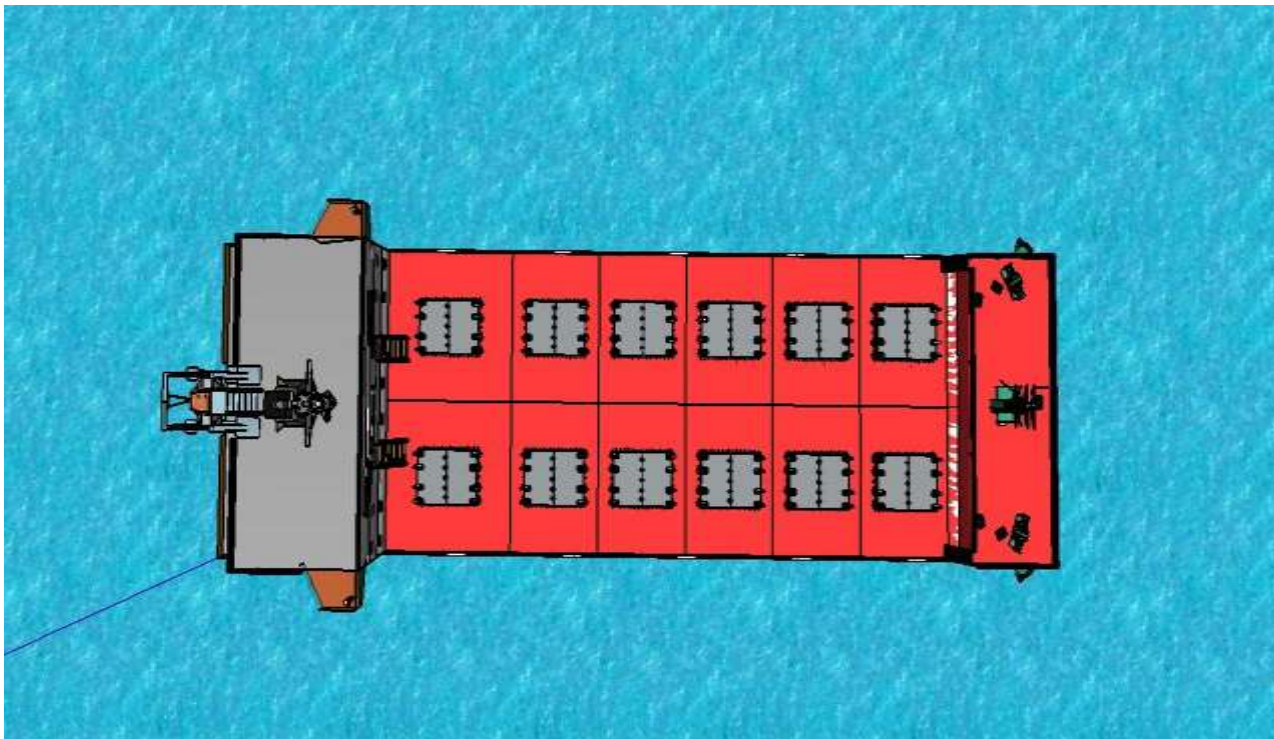
DOUBLE BOTTOM 0.76 M



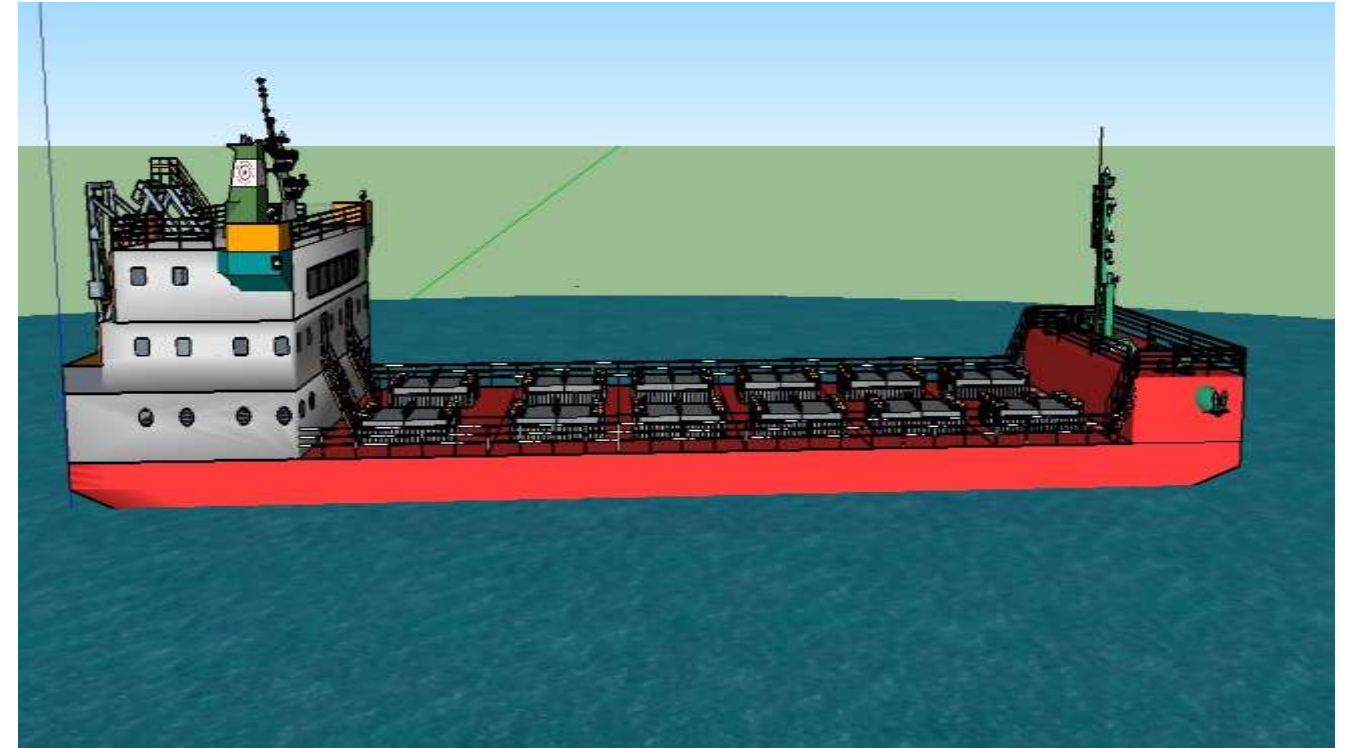
PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	Submarine
LENGTH OVER ALL	40.00 M
BREADTH	7.00 M
HEIGHT	1.50 M
WATERLINE	1.50 M
WATERLINE	1.50 M
WATERLINE	1.50 M
WATERLINE	1.50 M
WATERLINE	1.50 M

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
SPB KIM HENG			
GENERAL ARRANGEMENT			
SCALE	1:100	DATE	2019
DRAWN BY	Kim Heng		4111000002
APPROVED BY	Kim Heng		41

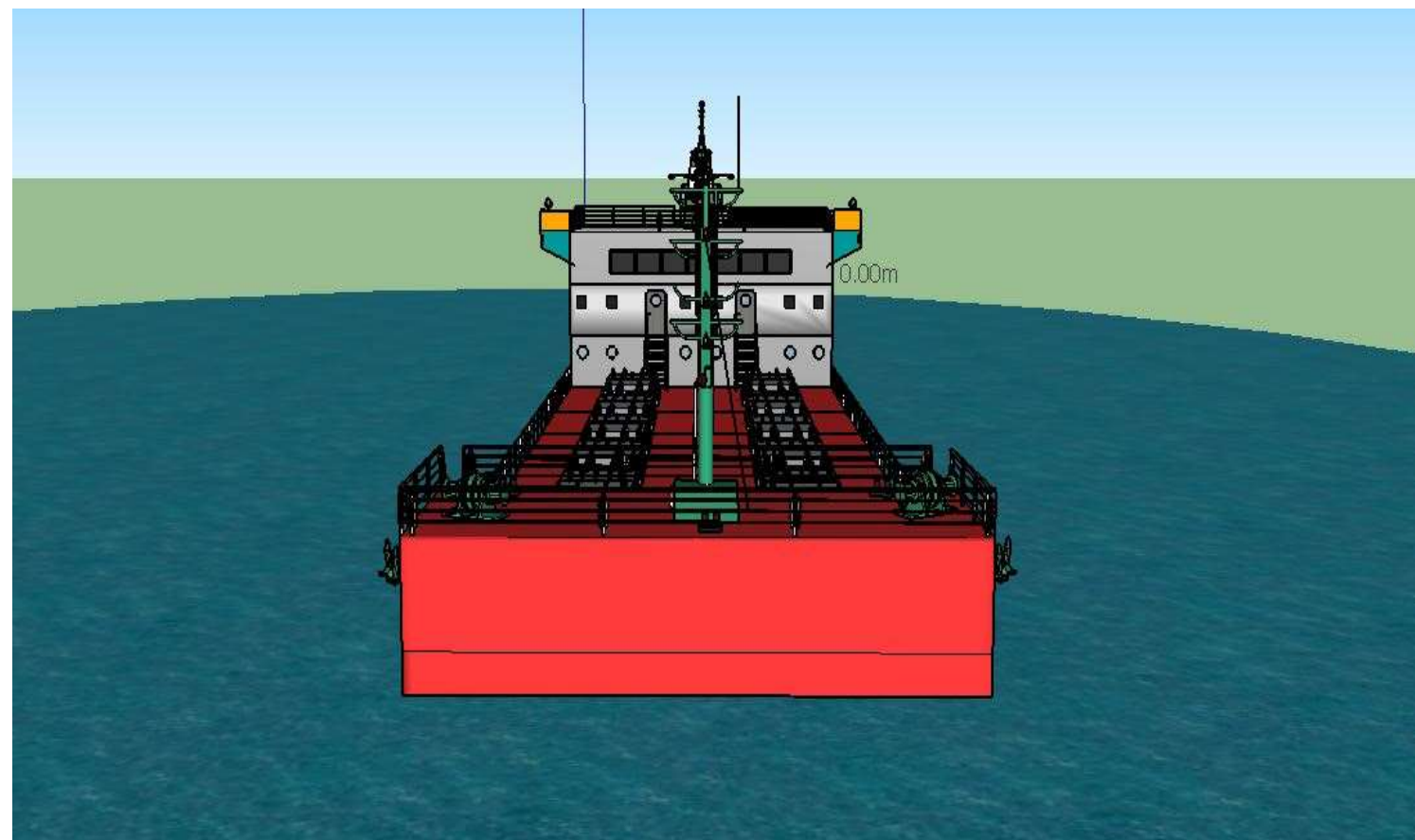
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN



BIODATA PENULIS



I Made Candra Astanugraha, nama lengkap penulis. Dilahirkan di Tabanan, Bali pada 8 Juni 1995 silam, Penulis merupakan anak kedua dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Maha Pradnya, kemudian melanjutkan ke SDN 8 Padangsambian, SMPN 1 Singaraja dan SMAN 1 Singaraja. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Humas TPKH-ITS 2014/2015 serta *staff* Departemen PSDM dan Teknologi TPKH-ITS 2015/2016. Selan itu, Penulis juga sempat menjadi *staff* Departemen Dalam Negeri BEM FTK 2015/2016.

Email: castanugraha@gmail.com